



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGIA E CIÊNCIAS POLÍTICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SOCIOLOGIA
POLÍTICA**

JÚLIO CÉSAR GUEDES ANTUNES

**PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOBRE
O IMPACTO SOCIAL**

**FLORIANÓPOLIS, SC
2015**

Júlio César Guedes Antunes

**PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOBRE
O IMPACTO SOCIAL**

Dissertação de Mestrado submetida ao
Programa de Pós Graduação em
Sociologia Política da Universidade
Federal de Santa Catarina, para
obtenção do Grau de Mestre em
Sociologia Política.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria
Soledad Etcheverry Orchard

Florianópolis
Setembro 2015

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Antunes, Júlio César Guedes

Programa Espacial Brasileiro: Uma Análise Sobre o Impacto Social / Júlio César Guedes Antunes; orientadora, Maria Soledad Etcheverry Orchard – Florianópolis, SC, 2015

208 p.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política.

Inclui referência

1. Sociologia Política. 2. Programa Espacial Brasileiro. 3. Impacto Social. 4. Campo científico-tecnológico. I. Maria, Soledad Etcheverry Orchard. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política. III. Título.

Júlio César Guedes Antunes

**PROGRAMA ESPACIAL BRASILEIRO: UMA ANÁLISE SOBRE
O IMPACTO SOCIAL**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre em Sociologia Política e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Sociologia Política.

Florianópolis, 29 de Setembro de 2015.

Prof^ª. Dr^ª. Maria Soledad Etcheverry Orchard
Orientadora

Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

DEDICATÓRIA

Em memória do meu caro amigo Sergey Victorovich Andreev (1966-2013), cujo entusiasmo pela exploração espacial rendeu-lhe amizades e admiração pelo mundo todo.

В память о моей дорогой друг Сергей Викторович Андреев (1966-2013г), чей энтузиазм для исследования космоса принесла ему дружбу и восхищение во всем мире.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é resultado de um esforço que contou com a colaboração de numerosos indivíduos, todos com participação essencial no decurso do mesmo. Inicialmente, gostaria de agradecer à minha esposa Viviane, ciente da dedicação que precisei empreender durante a pesquisa; aos meus pais, que me estimularam sempre a prosseguir com o trabalho; e aos meus amigos, de perto e longe, que de alguma maneira colaboraram com seus conhecimentos para ampliar meu entendimento sobre o Programa Espacial.

Durante meu tempo na UFSC, agradeço as preciosas lições dos professores Carlos Sell e Elizabeth Farias. Em especial, devo imensos agradecimentos à minha sempre prestativa, atenta e cuidadosa orientadora, Professora Marisol, que abraçou este projeto com todas as forças e o lapidou para atingir os níveis de qualidade exigidos pelo programa de pós-graduação.

Pela inestimável ajuda na pesquisa, meus agradecimentos também vão para o Sr. Raul Wuo, Dr. Lamartine Guimarães e os meus quatro entrevistados, cujas identidades serão preservadas, mas cujas colaborações serão sempre objeto de minha gratidão.

EPÍGRAFE

“Você abriu para a humanidade a ilimitada esfera do conhecimento, o que vai permitir uma melhor compreensão mútua entre as pessoas e o fortalecimento da paz” – **Jânio da Silva Quadros**, Presidente do Brasil, ao cosmonauta soviético Yuri Gagarin, durante recepção deste em Brasília, 2 de agosto de 1961.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	Yuri Gagarin recebido em Brasília por Jânio Quadros (esq) e sendo beijado no Rio de Janeiro (dir) (VORONOV, 2014).....	46
Figura 02:	Imagens do primeiro lançamento no CLBI (15/12/1965), e do segundo lançamento (18/12/1965), noturno (GOUVEIA, 2003).....	51
Figura 03:	Foguete Black Brant IV pronto para lançamento no CLBI (Gouveia, 2003).....	54
Figura 04:	Os foguetes da família Sonda, em escala de tamanho (MONTENEGRO, 1997).....	56
Figura 05:	O VLS montado na Plataforma Móvel de Integração no Centro de Lançamento de Alcântara (BRASIL, 2012).....	64
Figura 06:	Representação do satélite SCD-1 na órbita terrestre (GOUVEIA, 2003).....	65
Figura 07:	CBERS-3 em construção no INPE (BRASIL, 2012).	68
Figura 08:	8 de outubro de 1987: o presidente José Sarney, com os ministros Rubens Bayma Dennys, Moreira Lima e Leônidas Pires, acompanha o lançamento de um Sonda IV na Barreira do Inferno (FALCÃO, 2014).....	69
Figura 09:	Diagrama do VLS, com as entidades responsáveis pela construção de cada parte integrante do veículo (MONTENEGRO, 1997).....	71
Figura 10:	Funcionamento projetado do voo do VLS (BRASIL, 2004).....	73
Figura 11:	Dr. Wernher von Braun (centro) explica o funcionamento do foguete Saturno ao Presidente John Kennedy (à direita). À esquerda de von Braun está Robert Seamans, administrador da NASA (ESTADOS UNIDOS, 2015).....	80
Figura 12:	Foguete Ariane 5 decola do Centro Espacial da ESA em Kourou, na Guiana Francesa (CLARK, 2015).....	84
Figura 13:	Coronel Janvrot, Coronel Tedesco, Marechal Eduardo Gomes (Ministro da Aeronáutica) e Fernando de Mendonça (diretor da CNAE) no dia	

	da inauguração da Barreira do Inferno, 1965. O Ministério da Aeronáutica tentou absorver todo o setor espacial brasileiro sob seu controle no fim dos anos 1960, fato que foi evitado pelas boas conexões políticas de Mendonça (BRASIL, 2015b).....	88
Figura 14:	Construção da antena de recepção de dados de sensoriamento remoto em Cuiabá-MT, 1972. Projeto executado dentro do I Plano Nacional de Desenvolvimento (BRASIL, 2015d).....	94
Figura 15:	A atual estrutura organizacional do setor espacial brasileiro. Percebe-se que os institutos de pesquisa como o IAE e o INPE não são formalmente subordinados à AEB, mas têm seus orçamentos executados por ela (BRASIL, 2010).....	101
Figura 16:	Primeira reunião do Conselho Deliberativo do CNPq, 1951. Ao centro, à direita da bandeira, o primeiro presidente do órgão, Almirante Álvaro da Motta, defensor do modelo nacional-desenvolvimentista. (BRASIL, 2015e).....	111
Figura 17:	A CNAE sedia o II Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial (SISEA), setembro de 1965. Este evento resultou das atividades científicas empreendidas em cooperação com a NASA (BRASIL, 2015b).....	115
Figura 18:	Ápice das boas relações da pesquisa espacial brasileira com a NASA: visita ao Brasil em 1970 do astronauta Neil Armstrong (ao centro), primeiro homem a pisar na Lua. À esquerda de Armstrong, o primeiro diretor do INPE, Fernando de Mendonça; à direita do astronauta, o Brigadeiro Alberto Sampaio, Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica (BRASIL, 2015c).....	118
Figura 19:	Presidente João Figueiredo (de óculos escuros) em visita à Barreira do Inferno para o lançamento de um foguete Sonda IV, em 22 de outubro de 1984. Embora enfrentando uma série crise orçamentária, ele optou por dar continuidade aos programas tecnológicos de interesse governamental. À frente, de terno escuro, o já idoso Marechal-do-Ar Casimiro Montenegro, fundador do CTA e do ITA na década de 1940 (BRASIL,	

	2015a).....	123
Figura 20:	Evolução histórica dos recursos destinados à pesquisa espacial no Brasil, do início do governo Figueiredo em 1981 até o acidente com o terceiro protótipo do VLS durante o governo Lula em 2003 (ESCADA, 2010).....	129
Figura 21:	Figura 1 - Porcentagem do PIB investido em pesquisa espacial em 2007 (OLIVEIRA, 2014).....	143
Figura 22:	Figura 2 - Porcentagem do PIB investido em pesquisa espacial em 2007 (OLIVEIRA, 2014).....	145
Figura 23:	Figura 3 - Lançador de foguetes ASTROS II, desenvolvido pela Avibrás (BASTOS, 2012).....	149
Figura 24:	Figura 4 - Satélite SCD-1 no INPE (OLIVEIRA, 2014).....	155
Figura 25:	Figura 5 - Satélite da família CBERS em órbita (BRASIL, 2010).....	157

LISTA DE SIGLAS

ACS	Alcantara Cyclone Space
AEB	Agência Espacial Brasileira
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ARCAS	Atlantic Research Corporation – American Souding
ASCEND	Advanced System for Communications & Education in National Development
ASTROS	Artillery SaTuration ROcket System
ATS	Application Technology Satellite
BBIV	Black Brant IV
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior
CBERS	China-Brazil Earth Resources Satellite
CLA	Centro de Lançamento de Alcântara
CLBI	Centro de Lançamento da Barreira do Inferno
CNAE	Comissão Nacional de Atividades Espaciais
CNES	Centre National D'Etudes Spatiales
CNPq	Conselho Nacional de Pesquisas
COBAE	Comissão Brasileira de Atividades Espaciais
COSUPI	Comissão Supervisora do Plano dos Institutos
CTA	Centro Técnico da Aeronáutica
CTEx	Centro Tecnológico do Exército
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DMS	Dispositivo Mecânico de Segurança
EEI	Escola de Engenharia Industrial
ELDO	European Launch Development Organization
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMFA	Estado-Maior das Forças Armadas
END	Estratégia Nacional de Defesa

ERTS	Earth Resources Technology Satellite
ESA	European Space Agency
ESRO	European Space Research Organization
ETEP	Escola Técnica Professor Everardo Passos
EUA	Estados Unidos da América
EXAMETNET	Experimental Inter-American Meteorological Rocket Network
EXERN	Experimento Educacional do Rio Grande do Norte
FAB	Força Aérea Brasileira
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDE	Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação
GETEPE	Grupo Executivo de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais
GICLA	Grupo de Implantação do Centro de Lançamento de Alcântara
GOCNAE	Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais
GTEPE	Grupo de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais
IAE	Instituto de Aeronáutica e Espaço
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
ICBM	Intercontinental Ballistic Missile
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IEAv	Instituto de Estudos Avançados
IME	Instituto Militar de Engenharia
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPD	Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
MCT	Ministério de Ciência e Tecnologia
MCTI	Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação
MD	Ministério da Defesa

MEC	Missão Espacial Completa
MEC	Ministério de Educação e Cultura
MECB	Missão Espacial Completa Brasileira
Mexer	Ministério do Exército
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MSC	Manned Space Center
MTCR	Missile Technology Control Regime
NACA	National Advisory Committee for Aeronautics
NASA	National Air and Space Administration
PBDCT	Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
PCD	Plataforma de Coleta de Dados
PEB	Programa Espacial Brasileiro
PED	Plano Estratégico de Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PNAE	Programa Nacional de Atividades Espaciais
PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PNDAE	Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais
SAAP	South Atlantic Anomaly Probe
SACI	Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares
SAE	Secretaria de Assuntos Estratégicos
SATEC	Satélite Tecnológico
SBCDA	Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais
SCD	Satélite de Coleta de Dados
SEADE	Sistema Estadual de Análise de Dados
SGDC	Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações
SIB	Sociedade Interplanetária Brasileira
SISEA	Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial
SSR	Satélite de Sensoriamento Remoto
UCA	Usina de Propelentes Coronel Abner

UDF	Universidade do Distrito Federal
UFABC	Universidade Federal do ABC
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRN	Universidade Federal do Rio Grande do Norte
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCAR	Universidade Federal de São Carlos
UnB	Universidade de Brasília
UNESP	Universidade Estadual Paulista
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
UNIVAP	Universidade Federal do Vale do Paraíba
UNOSAT	Satélite da Universidade do Norte do Paraná
USP	Universidade de São Paulo
VLS	Veículo Lançador de Satélites

RESUMO

O presente trabalho pretende analisar o impacto social que o Programa Espacial Brasileiro exerce sobre o país. A premissa parte do conceito de “campo” presente na obra de Pierre Bourdieu, que designa um campo como uma construção social fruto do trabalho de seus atores constituintes. Para relacionar o Programa Espacial a um campo – o campo científico-tecnológico – estabeleceu-se a existência de quatro atores: Governo Federal, Indústria, Academia e Sociedade Civil. O trabalho optou por discorrer sobre o impacto social do Programa Espacial em cada um desses atores em capítulos separados, acrescentando um capítulo sobre a história do Programa, para estabelecer uma linha do tempo didática e norteadora do restante do texto. Foram utilizados como fonte diversos documentos governamentais, além de literatura nacional e estrangeira da área aeroespacial e entrevistas com indivíduos envolvidos com o Programa Espacial sob diversos pontos de vista.

Palavras-chave: Programa Espacial Brasileiro, Impacto Social, Campo científico-tecnológico.

ABSTRACT

This work is intended to be an analysis of the societal impact of the Brazilian Space Program on its own country. The premise is based on the concept of “field” present in the work of Pierre Bourdieu, which establishes a field as a social construction, result of the work of its constituent actors. To relate the Space Program to a field, this work established the existence of four actors: Federal Government, Industry, Academy and Civil Society. The choice was made to describe the societal impact of the Space Program in each one of these actors in separate chapters, adding a chapter about the history of the Program, so as to establish an understandable timeline for the rest of the text. Several different governmental documents were used, besides national and foreign aerospace literature, as well as interviews with individuals involved with the Space Program under various forms.

Keywords: Brazilian Space Program, Societal Impact, Scientific-Technologic Field.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	27
PROBLEMÁTICA.....	29
OBJETIVOS	37
Objetivo Geral	37
Objetivos Específicos	37
JUSTIFICATIVA.....	38
HIPÓTESES.....	39
METODOLOGIA	39
CAPITULO I	43
As Origens da Pesquisa Espacial no Brasil.....	43
Esforço Civil	46
Esforço Militar	48
A Família Sonda.....	53
Missão Espacial Completa Brasileira.....	57
Centro de Lançamento de Alcântara	63
Satélites da MECB	65
CBERS	66
Veículo Lançador de Satélites	68
Agência Espacial Brasileira	73
CAPÍTULO II.....	75
O Impacto Social no Governo	75
Estados Unidos.....	76
Europa.....	82
Brasil.....	85

CAPÍTULO III.....	107
O Impacto Social na Academia.....	107
A Formalização da Ciência e Tecnologia no Brasil.....	108
A Academia e a Pesquisa Espacial	111
A Militarização da Ciência e Tecnologia.....	115
Redemocratização	124
CAPÍTULO IV.....	137
O Impacto Social na Indústria.....	137
Análise Econômica do Setor Espacial no Brasil	139
Parque Industrial Espacial Brasileiro	143
Histórico de Transferências Tecnológicas	146
A Produção de Satélites pela Indústria Nacional	154
O Desafio de Manter a Capacitação da Indústria.....	160
CAPÍTULO V.....	169
O Impacto Social na Sociedade Civil	169
Instalação dos Centros de Pesquisa Espacial	171
Impacto Local nos Aspectos Educacionais	177
Impacto da Pesquisa Espacial em Natal-RN.....	189
CAPÍTULO VI.....	195
CONCLUSÃO	195
BIBLIOGRAFIA.....	203

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o impacto social do Programa Espacial Brasileiro. Por “impacto social” se entende as maneiras pelas quais a pesquisa espacial no Brasil interage com sua sociedade. Essas interações acontecem em áreas distintas e de formas também distintas, pois o impacto difere para cada ator. Toma-se o Programa Espacial Brasileiro como um “campo” – de acordo com a conceituação de Pierre Bourdieu (2005) – que é composto por diversos atores, cujas ações “moldam” este campo científico-tecnológico. Neste caso, foram delimitados quatro atores: Governo Federal, Academia, Indústria e Sociedade Civil. Para estabelecer um panorama mais amplo sobre o impacto social do Programa Espacial Brasileiro, foi necessário analisar individualmente o impacto social que o PEB exerce junto a cada um desses atores.

Atividades de pesquisa de exploração espacial são associadas a países desenvolvidos, pois envolvem custos bastante elevados e domínio de tecnologia extremamente avançada. Programas espaciais de sucesso fazem uso de vasta rede acadêmica e institutos de pesquisa para desenvolver as tecnologias necessárias para a execução das atividades espaciais, bem como estabelecem e usufruem de uma base industrial nacional ampla e amparada para a fabricação e comercialização de produtos para essas aplicações. O Brasil, apesar do status de país em desenvolvimento, possui desde a década de 1960 seu próprio Programa Espacial. Embora de porte reduzido quando comparado aos líderes mundiais do setor (Estados Unidos, Rússia e Europa), foi capaz de desenvolver soluções para demandas nacionais na área espacial e mostra grande potencial de expansão. Contudo, tem enfrentado dificuldades relativas ao seu funcionamento como atividade estatal, o que vem gerando atrasos consistentes no cumprimento de seus objetivos. Para desmistificar sua existência e estabelecer a validade de suas atividades, entende-se como necessário estabelecer o alcance de seu impacto social.

Este trabalho optou por iniciar-se com um capítulo sobre o histórico evolutivo do Programa Espacial Brasileiro, para proporcionar ao leitor uma sequência temporal e atribuir uma lógica ao objeto de estudo. Em seguida, foram feitos quatro capítulos que analisam individualmente os atores constituintes do setor espacial no Brasil: Governo Federal, Academia, Indústria e Sociedade Civil.

No capítulo sobre o impacto social no governo, a análise seguiu o processo de institucionalização das atividades espaciais no Brasil ao longo das décadas, resgatando o aspecto dualístico civil/militar do setor

– um arcabouço que continua vigente até os dias atuais. Tal aspecto é de suma importância para esta pesquisa, pois tem peso preponderante nas estratégias de condução do Programa Espacial: Bourdieu (2005) defende que tais estratégias dependem justamente da configuração dos poderes dentro de um setor. Isto significa que o grau de concentração de poderes num setor determina a distribuição de fatias de mercado entre os diversos atores que nele atuam. Foi feita uma comparação entre a estrutura do setor espacial no Brasil e em outros países numa tentativa de entender como a organização estrutural do mesmo influencia no cumprimento de prazos e sucesso em objetivos estabelecidos.

O capítulo que lida com a academia inicia-se com uma análise da institucionalização da ciência e tecnologia no país, visto que a Força Aérea Brasileira desempenhou papel preponderante nessa primeira fase, estabelecendo as ciências aeroespaciais como um dos primeiros pilares científicos brasileiros no imediato pós-guerra. Foi feito um balanço dos investimentos anuais em ciência e tecnologia e no próprio setor espacial, proporcionando uma visão sobre a mudança de prioridade do mesmo ao longo dos anos e conforme se modificou a orientação política em Brasília.

Em seguida, no capítulo sobre o impacto social na indústria, optou-se por estabelecer as potencialidades econômicas do setor espacial para a economia, contrabalançando dados nacionais e estrangeiros. Foi realizada uma análise morfológica da indústria espacial no Brasil e um histórico das transferências tecnológicas desta indústria para os outros setores da economia nacional. Em seguida, a interação da indústria espacial brasileira com os grandes projetos tecnológicos do Programa Espacial foi recontada, retratando o peso da participação das diversas empresas nos diferentes projetos.

Por fim, no capítulo sobre o impacto social na sociedade civil, foi feita uma análise comparativa entre o impacto da implantação de centros de pesquisa espacial em municípios sem tradição tecnológica – traçando um paralelo entre a implantação do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) em São José dos Campos e do Manned Space Center (MSC) da NASA em Houston, Texas.

A conclusão do trabalho soma e balanceia as informações obtidas em cada capítulo e traça um retrato mais amplo do impacto social do Programa Espacial em nosso país.

PROBLEMÁTICA

A exploração do espaço foi uma das atividades humanas que mais marcou o século XX. O envio de objetos feitos pelo homem para fora da atmosfera terrestre era somente divisível anteriormente na história como material de fantasia. Um dos mais conhecidos romancistas contemporâneos franceses, Julio Verne, celebrizou esse devaneio no ano de 1865, com seu livro “Da Terra à Lua”. Verne descrevia uma sociedade norte-americana pós-Guerra Civil¹ na qual entusiastas construíam um gigantesco canhão, com o qual disparariam um projétil na direção da Lua, levando três pessoas dentro. Certamente a visão de Verne sobre os veículos necessários para se viajar até a Lua não estava muito adequada à realidade – foguetes a reação² tomaram o lugar de seu pretense canhão gigante no feito que se firmou pouco mais de um século depois – mas sua novela preencheu o imaginário popular durante décadas.

A colocação do primeiro satélite em órbita, em 1957, trouxe à realidade a possibilidade da exploração científica e comercial do espaço, bem como iniciou uma disputa internacional por prestígio entre os dois contendores maiores da Guerra Fria: os Estados Unidos e a União Soviética. A chamada “Corrida Espacial”³ levaria à realização da fantasia de Julio Verne em 1969, com a chegada dos primeiros humanos à Lua. Desde então, a exploração científica e comercial do espaço tem sido uma constante, não apenas das duas potências que participaram da Corrida Espacial – sendo hoje a Rússia a herdeira do legado soviético – mas também de outras nações que decidiram implementar seus próprios programas espaciais.

A existência de satélites de comunicação e observação da Terra orbitando no espaço mudou a perspectiva de poder e soberania nacional na segunda metade do século XX, numa revolução adequadamente pontuada pelo presidente norte-americano Lyndon Johnson: “Controlar o espaço significa controlar o mundo” (MCCURDY, 2007)⁴. De fato, os

¹ Também conhecida como Guerra de Secessão (1860-1865)

² Foguete a reação é um veículo no qual a queima de combustível em seu motor cria uma intensa concentração de gases que é expelida para baixo, impelindo o veículo para cima.

³ Disputa tecnológica entre Estados Unidos e União Soviética realizada entre 1958 e 1972 pela conquista de marcos da exploração do espaço. Culminou no pouso tripulado na Lua pela espaçonave norte-americana Apollo 11, em julho de 1969.

⁴ Tradução livre do autor, original em inglês.

setores de comunicação, meteorologia, geoposicionamento⁵, mapeamento – dentre outras aplicações – são hoje controlados por um seleto grupo de nações que domina o conjunto de tecnologias relacionadas à exploração do espaço.

O Brasil é uma dessas nações, embora seu conhecimento tecnológico e domínio do ciclo operacional do voo espacial seja somente marginal se comparado a outras nações de mesmo porte que iniciaram a pesquisa espacial na mesma época. Segundo Roberto Amaral, em seu ensaio “Porque o Programa Espacial Engatinha” (2010), o Brasil deixou-se ultrapassar por antigos parceiros como Coreia do Sul, China e Índia no desenvolvimento de tecnologia espacial, devido a uma incapacidade gerencial do país em lidar com projetos de escopo estratégico.

Após um início promissor nas atividades espaciais como parceiro dos Estados Unidos na coleta de dados meteorológicos para o Programa Apollo⁶, o Brasil emitiu, durante o governo Médici em dezembro de 1971, o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND), que já continha a instrução de instalação de centros de pesquisa espacial no país e garantia de condições de trabalho satisfatórias para os mesmos. Durante o governo Geisel, em 1978, o I Programa Nacional de Atividades Espaciais (I PNAE) estabeleceu a criação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), com a finalidade de tornar o Brasil uma potência independente no setor da exploração espacial, com o desenvolvimento e colocação em órbita de satélites nacionais através de veículos lançadores completamente desenvolvidos no país (MONTENEGRO, 1997).

Contudo, até o presente momento o Veículo Lançador de Satélites (VLS) nacional ainda não operacionalizou-se, mesmo após três décadas em desenvolvimento. A infraestrutura terrestre de apoio ao lançamento dos foguetes, nomeadamente o Centro de Lançamento de Alcântara, no Maranhão, enfrenta ainda problemas com demarcação de terra com comunidades quilombolas, impedindo sua ampliação (AMARAL, 2010). Por fim, o desenvolvimento de satélites nacionais pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), progride vagarosamente devido às baixas dotações orçamentárias e falta de um lançador nacional.

⁵ Capacidade de terminar as coordenadas geográficas de um ponto qualquer no planeta, através do uso de satélites de triangulação.

⁶ Programa da NASA com vistas ao envio de astronautas à Lua, realizado entre 1961 e 1972.

Amaral (2010) ressalta que o Brasil possui características geográficas singulares, que fazem do Centro de Lançamento de Alcântara potencialmente o mais eficiente de todos os 15 centros de lançamentos hoje em operação no mundo todo:

Quanto mais próximo o centro estiver da linha do equador, maior será seu desempenho para lançamentos em órbita geoestacionária. Esta órbita, esclarecemos, representa fatia muito importante do mercado, pois é nela que a rede dos satélites de telecomunicações e de meteorologia é colocada. Outro fator a tornar excepcional a localização proximamente ao equador é que ela permite à espaçonave entrar diretamente na órbita geoestacionária, sem precisar fazer a manobra chamada de *dogleg*, assim aproveitando de forma efetiva a velocidade rotacional da terra, o que contribui de forma significativa para a velocidade final de injeção do satélite, pois o veículo lançador parte no mesmo sentido da rotação da Terra.

Isso significa que lançamentos de foguetes a partir de Alcântara, levando satélites comerciais, gastariam até 30% menos combustível do que os atualmente lançados em outros países⁷ (AMARAL, 2010). Contudo, até hoje o Brasil não conseguiu usufruir de suas vantagens singulares para a exploração comercial do espaço, nem cumprir com as metas estabelecidas pelo estado para Programa Espacial nacional.

Dado que projetos estratégicos como o Programa Espacial Brasileiro⁸ (PEB) demandam uma continuidade de apoio político durante décadas, e as tecnologias abarcadas são frequentemente de última geração, as somas de investimento envolvidas são consideráveis. E visto que seus benefícios não são atingidos em curto prazo, em uma democracia há que se contar com apoio da sociedade para tal projeto, apoio este que se projeta em suporte político do estado. Há que se questionar como a pesquisa espacial influencia a sociedade, e como a

⁷ Para aproveitar essa vantagem geográfica, a França montou seu centro de lançamento em Kourou, na Guiana Francesa, nas proximidades da Linha do Equador.

⁸ Designa o conjunto de atividades controladas pela Agência Espacial Brasileira (AEB), sob tutela do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ministério da Defesa (MD).

sociedade se relaciona com a pesquisa espacial. Em outras palavras, a questão que se levanta é como medir o impacto social⁹ do Programa Espacial na sociedade brasileira.

Harold McCurdy, em seu ensaio “Has Spaceflight Had an Impact on Society? An Interpretative Framework” (2007), diz que um dos benefícios universais da pesquisa espacial é o prestígio nacional que acompanha a nação protagonista, tendo tanto dimensões externas (para impressionar outras nações) quanto internas (construir confiança nacional). Contudo, segundo ele, a comprovação dessa teoria se daria através da análise do processo em diversas nações, incluindo aquelas que não realizaram voos tripulados ao espaço – que é o caso do Brasil. Steven Dick (2007) diz que a exploração espacial molda visões do mundo e muda culturas de maneiras inesperadas; por consequência, a falta de exploração também tem efeito similar. Teria então a lentidão no desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro nos últimos 30 anos causado um impacto social “negativo” em nossa sociedade?

McCurdy (2007) é crítico da análise de marcos históricos como causas diretas de mudanças na sociedade, visto que não há como comprovar que um evento particular causou uma mudança em questão – a mudança poderia ocorrer devido a outros fatores ou mesmo na ausência do evento investigado. Através de uma análise pós-moderna¹⁰, segundo ele – desconstruindo a relação entre causa e consequência – dimensionar o impacto social do Programa Espacial na sociedade requer analisar as teorias previamente elaboradas sobre ele. No caso brasileiro, significa analisar o que foi pensado para o Programa Espacial, tanto pelas instâncias governamentais quanto por outros setores da sociedade. O resultado dessa análise descreveria como essas teorias – cumpridas ou não-cumpridas – geram impacto na sociedade brasileira.

As diretrizes estatais para o Programa Espacial são conhecidas em termos gerais dentro dos PNDs e num nível mais específico dentro dos PNAEs. O estado, como maior dos agentes envolvidos na pesquisa espacial brasileira, possui a capacidade de moldá-la conforme seus desígnios; dessa maneira, as ações do estado para fazerem cumprir suas

⁹ “Impacto social do voo espacial” é a influência que o voo espacial tem sobre a sociedade, e as relações desta com o voo espacial – de acordo com Glen Asner (2007) em seu ensaio “Space History from the Bottom Up: Using Social History to Interpret the Societal Impact of Spaceflight”.

¹⁰ A análise pós-moderna postula a noção de que as pessoas, em última instância, determinam o tipo de mundo em que vivem através das ideias que têm (MCCURDY, 2007).

próprias normativas contidas no PNAE são de suma importância para o desenvolvimento do Programa Espacial. Na visão de Pierre Bourdieu (2005), a função do estado dentro de um campo, como o da pesquisa espacial, é a de representar o agente principal de sua construção e manutenção. Bourdieu considera que um campo é uma “dupla construção social”, na qual o estado tem o papel preponderante de incentivar o desenvolvimento científico por meio de seus organismos envolvidos no Programa Espacial, como o INPE¹¹ e o IAE/DCTA¹², como também deve fomentar a participação da indústria na fabricação dos insumos necessários aos projetos em desenvolvimento. Sem tais insumos, é improvável que a indústria se envolva de forma relevante¹³, visto que os potenciais ganhos com o Programa Espacial são projetados somente no longo prazo¹⁴. Essa característica faz do setor espacial um campo onde empresas frequentemente competem entre si para conseguir favores do Estado, visto que este é seu principal comprador e propulsor. Entre as vantagens que as empresas buscam estão as intervenções estatais, concessão de patentes, regulamentações, créditos, editais de compras públicas, fomento à contratação, inovação, modernização, exportação, habilitação e outras. Desse modo, algumas empresas com elevado capital social tendem a ser mais bem-sucedidas em exercer pressão sobre o Estado para obter dele uma modificação do setor a seu favor:

Assim, o que se chama mercado é apenas, em última instância, uma construção social, uma estrutura de relações específicas, para a qual os diferentes agentes engajados no campo contribuem em diversos graus, através das modificações que eles conseguem lhe impor, usando poderes detidos pelo

¹¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, órgão subordinado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

¹² Instituto de Atividades Espaciais do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial, órgão subordinado à Força Aérea Brasileira e ao Ministério da Defesa.

¹³ Bourdieu (2005) afirma que o campo econômico se distingue por ser regido por decisões “brutais”, visto que o fim desejado sempre trata da ampliação do lucro material individual.

¹⁴ Mesmo que, historicamente, as tecnologias desenvolvidas pelos Programas Espaciais passem em grande medida para o setor industrial privado (MCCURDY, 2007).

Estado, que são capazes de controlar e orientar.

Com efeito, o Estado não é somente o regulador encarregado de manter a ordem e a confiança, e de regular os mercados, nem o árbitro encarregado de “controlar” as empresas e suas interações, como é visto tradicionalmente. (...) Ele contribui, às vezes de maneira extremamente decisiva, para a construção da demanda e da oferta, ambas as formas de intervenção operando sob a influência direta e indireta das partes mais diretamente interessadas (BOURDIEU, 2005).

Mesma preocupação deve ser dada à participação da academia no Programa Espacial. O fato de que o Brasil tenha um único polo aeroespacial acadêmico desenvolvido, em São José dos Campos-SP, faz com que o envolvimento da academia no Programa Espacial seja bastante reduzido – visto que, numa perspectiva nacional, há limitado conhecimento desta ciência. Roberto Amaral (2010) destaca que nunca houve discussão nacional a respeito do Programa Espacial com sindicatos e o empresariado, bem como com o setor universitário, o que acaba gerando inércia por parte de Brasília.

A 4ª edição do Plano Nacional de Atividades Espaciais, promulgado pela Agência Espacial Brasileira (2012) com vigência para os anos de 2012 a 2021, define como diretrizes estratégicas:

1. Consolidar a indústria espacial brasileira, aumentando sua competitividade e elevando sua capacidade de inovação, inclusive por meio do uso do poder de compra do Estado, e de parcerias com outros países.
2. Desenvolver intenso programa de tecnologias críticas, incentivando a capacitação no setor, com maior participação da academia, das instituições governamentais de C&T¹⁵ e da indústria.
3. Ampliar as parcerias com outros países, priorizando o desenvolvimento conjunto de

¹⁵

projetos tecnológicos e industriais de interesse mútuo.

4. Estimular o financiamento de programas calcados em parcerias públicas e/ou privadas.
5. Promover maior integração do sistema de governança das atividades espaciais no país, por meio do aumento da sinergia e efetividade das ações entre os seus principais atores e da criação de um Conselho Nacional de Política Espacial, conduzido diretamente pela Presidência da República.
6. Aperfeiçoar a legislação para dinamizar as atividades espaciais, favorecendo e facilitando as compras governamentais, o aumento de recursos para o Fundo Setorial Espacial, e a desoneração da indústria.
7. Fomentar a formação e capacitação de especialistas necessários ao setor espacial brasileiro, tanto no país quanto no exterior.
8. Promover a conscientização da opinião pública sobre a relevância do estudo, do uso e do desenvolvimento do setor espacial brasileiro.

Como pode ser verificado, especialmente nos itens 1, 2, 4, 6 e 8, as diretrizes fornecidas pelo estado visam o aumento da participação de outros agentes no Programa Espacial Brasileiro, sendo eles a indústria, a academia e a sociedade civil. Visto que o setor aeroespacial é uma projeção das ações de seus agentes constituintes, e esses mesmos agentes são coletivamente responsáveis por elaborar as linhas de ação do setor (BOURDIEU, 2005), é correto presumir que o impacto social do Programa Espacial Brasileiro deva ser medido juntamente a esses agentes.

À ideia de campo bourdieusiana soma-se também a contribuição da sociologia econômica, no entendimento de que o mercado não pode reduzir-se a um mero mecanismo abstrato de preços, mas seria fruto de interações em contextos institucionais. Um autor clássico como Polanyi (2000), com seu conceito do enraizamento social

das motivações econômicas, na sua obra “A Grande Transformação” (1944) já sustentava essa perspectiva. Autores contemporâneos, como Granovetter (1985) retomarão esse argumento da ação econômica imbrincada no social, e para ele as instituições são vistas como construções sociais definidas pelo conteúdo e estrutura das relações sociais, das redes sociais. Philippe Steiner (2006), na esteira dessa problemática da construção social das relações mercantis, vai defender a pertinência dos esclarecimentos trazidos pela sociologia econômica e sustentar que o mercado é um lugar de interações entre agentes:

Os mercados não são o resultado de um arranjo espontâneo de agentes econômicos que procuram otimizar as formas de suas transações mercantis: estas últimas são o resultado de um conjunto não coordenado de decisões institucionais (políticas, jurídicas, econômicas) que sofrem e veiculam as contingências da história. O contexto social no qual estão inseridas as relações mercantis é então crucial: isto justifica a importância que a sociologia econômica concede à identificação das mediações sociais e das formas de articulação que permitem a atuação dessas mediações; sem elas, a descrição do mercado é cientificamente inadequada. (STEINER, 2006, p. 75)

Para esta pesquisa, estar atento a essas mediações, será crucial ao procurar desenhar esse campo onde operam agentes posicionados, com interesses por vezes semelhantes e por vezes conflitantes, construindo socialmente esse cenário multifacetado do Programa Espacial Brasileiro.

Em outras palavras, este trabalho, na sua tentativa de avaliar o impacto social do Programa Espacial Brasileiro, deverá incorporar elementos do Estado, indústria, academia, e sociedade civil, com vistas a estabelecer uma ligação entre esse impacto e as atuais dificuldades do Programa Espacial em cumprir suas metas. Com este propósito, traçamos a seguir os nossos objetivos.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar o impacto social do Programa Espacial Brasileiro na sociedade brasileira, visando estabelecer uma ligação entre este impacto e o atraso no cumprimento de metas do PEB.

Objetivos Específicos

- Contextualizar historicamente o Programa Espacial Brasileiro ao longo das décadas de sua existência: como se deu seu surgimento, como evoluiu e como se traçaram seus objetivos;
- Mapear os atores que participam do Programa Espacial Brasileiro e analisar seus papéis na construção do programa;
- Averiguar a relação entre impacto social e apoio político para o desenvolvimento do Programa Espacial Brasileiro;
- Construir um retrato do Programa Espacial Brasileiro baseado nas percepções dos atores mapeados durante a pesquisa.

JUSTIFICATIVA

O Brasil foi um dos poucos países no mundo a iniciar-se na exploração espacial durante o período mais prolífico para esta atividade no século XX: a Corrida Espacial dos anos 1960. Juntamente com o Brasil, Índia, Japão e China – além dos países que hoje formam a União Europeia – deram início aos seus programas espaciais no mesmo período, porém progrediram de maneira bastante mais rápida e consistente que nós. E comparado a qualquer outra nação atuante no setor espacial, o Brasil possui condições geográficas extremamente vantajosas, que faz com que o lançamento de satélites comerciais aqui se torne potencialmente 30% mais econômico quando comparado aos lançamentos realizados em outros países (AMARAL, 2010).

Dado que o Brasil possui desde 1978 uma linha de ação clara neste setor, delimitada pelos Planos Nacionais de Atividades Espaciais, há que se questionar a razão do atraso tecnológico no qual o Programa Espacial Brasileiro se encontra – mantendo o Brasil à margem de um setor considerado vital para sua soberania¹⁶ e de um mercado de lançamento de satélites comerciais que movimenta bilhões de dólares anualmente (AMARAL, 2010).

Pode-se então argumentar que razões levariam a este atraso, partindo-se de uma perspectiva sociológica. Tendo como base o conceito de campo elaborado por Pierre Bourdieu (2005), este trabalho toma o campo da pesquisa espacial no Brasil como o conjunto dos atores que o compõem e lhe dão forma. Desta maneira, pretende analisar a significância que cada um desses atores dá ao Programa Espacial Brasileiro – em outras palavras, que impacto o Programa Espacial tem sobre eles e como eles o avaliam.

Bourdieu diz que o campo é uma construção social, e que é fruto das ações de seus agentes constituintes. Complementarmente, McCurdy (2007) diz que as sociedades moldam a maneira como querem existir, e que o Programa Espacial é fruto do que a sociedade imagina que ele será. Portanto, sugere-se que o impacto social que o Programa

¹⁶

A *Estratégia Nacional de Defesa* (BRASIL, 2008) estabelece três setores estratégicos para a garantia da soberania do Brasil: espacial, cibernética e nuclear. Essencialmente, o valor estratégico do espaço para o Brasil é a independência tecnológica das comunicações governamentais, que hoje utiliza satélites estrangeiros para ser realizada, e a vigilância de fronteiras.

Espacial tem sobre seus agentes afeta diretamente o próprio futuro da pesquisa espacial.

HIPÓTESES

O presente trabalho se apóia nas seguintes hipóteses:

- O Programa Espacial Brasileiro sofre com reduzido apoio político, o que impacta seriamente em seu orçamento e atrasa o cumprimento de suas metas. Esta falta de apoio político estaria ligada diretamente ao impacto social que o Programa Espacial tem na sociedade brasileira.
- A sociedade brasileira tem uma visão negativa do Programa Espacial nas últimas três décadas, o que acarreta um estado de descrença popular e apatia política para com sua importância.
- A sociedade brasileira desconhece a real importância do Programa Espacial Brasileiro, que hoje é fundamental para os serviços de meteorologia, planejamento agrícola e gerenciamento de recursos naturais. Isso colabora para o desconhecimento e estranhamento que cerca essa atividade no Brasil.
- Existe uma falha no modelo gerencial do Programa Espacial Brasileiro que, combinada com pouca familiaridade da sociedade brasileira com temáticas de alta tecnologia, contribui para que o PEB mantenha-se afastado do imaginário popular e, portanto, não tenha o impacto social necessário para se tornar relevante estrategicamente.

METODOLOGIA

Estudar o impacto social do Programa Espacial Brasileiro sobre seus diversos agentes requer ter em mente que diferentes perspectivas podem ser dadas pelos diferentes agentes acerca do mesmo objeto de estudo. As variações nos discursos podem sinalizar conflitos entre os agentes que fazem partedo Programa Espacial.

Para realização deste estudo foram consultadas e investigadas as diversas fontes disponíveis, categorizadas entre documentação escrita e entrevistas qualitativas. Acredita-se que um grande número de questionários individuais padronizados com dados a serem quantificados não teria maior valor para esta pesquisa do que um número reduzido de entrevistas, com maior profundidade de questionamentos e reflexões. Para dar cobertura aos nossos objetivos, trazer os testemunhos e percepções de protagonistas da história que nós pretendemos tecer é fundamental. Nesse cenário do Programa Espacial Brasileiro e seus desdobramentos ao longo do tempo se requer esse tipo de registros, afinal trata-se de uma construção social que incorpora vários agentes e, por extensão, discursos e narrativas também diferentes.

A abordagem qualitativa se presta a criar possibilidades de maior integração entre as bases sociológicas do estudo e da análise histórica dos marcos do Programa Espacial Brasileiro. Com o uso da metodologia comparativa, espera-se poder elaborar mais as dimensões interpretativas transversais de todas as fontes pesquisadas.

Com esse entendimento definimos nossa estratégia de coleta de dados. Foram feitas quatro entrevistas com representantes das distintas instituições envolvidas nesse campo científico-tecnológico. Nossa estratégia inicial era a de assumir o critério de Bola de Neve, ou seja, a partir de alguns atores chave inicialmente entrevistados, chegaríamos aos seguintes atores, através das indicações dos primeiros. Não entanto, nossa expectativa em relação a essa estratégia teve que ser reduzida aos nossos quatro entrevistados, já que foi encontrada grande dificuldade em localizar e convencer indivíduos a ceder entrevistas para esta pesquisa.

A localização foi dificultosa, pois trata-se de uma amostragem populacional bastante reduzida: sendo o Programa Espacial um setor pequeno e endógeno no Brasil, engenheiros, pesquisadores e envolvidos só podem ser encontrados em núcleos da cidade de São José dos Campos-SP, lar dos centros de pesquisa e parque industrial espacial. Foi realizada visita in loco ao Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em outubro de 2014, com o fim de estabelecer contatos com profissionais da área. Esta visita provou-se pouco frutífera, visto que os contatos realizados no local não renderam em termos de colaboração: somente estabeleceu-se contato proveitoso com uma Tenente da Força Aérea Brasileira – não envolvida diretamente com o setor espacial – que veio a prestar valioso depoimento sobre os impactos do Programa Espacial na sociedade de São José dos Campos.

A concordância em ceder entrevistas provou-se algo difícil de atingir durante a realização do presente trabalho. O Programa Espacial Brasileiro (conforme será descrito mais adiante) ainda segue essencialmente o mesmo modelo estabelecido em sua criação: um esforço conjunto militar/civil com alto grau de secretismo e segurança. Isso implica uma estrutura de subordinação e confidencialidade bastante alta em seu funcionalismo. Esse fator visivelmente foi observado no alto número de desistências e mesmo descon siderações de pedidos de colaboração.

Para efeitos da utilização dos registros das entrevistas, mantendo o anonimato das fontes orais, utilizaremos os seguintes códigos ao longo do texto:

P01 – Civil, jornalista com foco no Programa Espacial Brasileiro. Possui website no qual diariamente publica matérias sobre os diversos projetos, institutos, pesquisadores e ações que envolvem o setor espacial brasileiro. Possui alto grau de conhecimento do arcabouço do programa espacial e dos atores envolvidos.

P02 – Militar, tenente da Força Aérea Brasileira. Trabalha no Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA) em São José dos Campos. Embora não empregada diretamente pelo programa espacial, vivencia cotidianamente as atividades do setor, e conhece o impacto que o mesmo tem sobre a sociedade local.

P03 – Civil, pesquisador do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE). Trabalha dentro do programa espacial desde o fim dos anos 1970. Integrante da equipe de desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS) e outros projetos de aplicação espacial. Trabalha também como consultor da indústria.

P04 – Civil, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Trabalha no programa espacial desde a década de 1980, e integra a equipe de desenvolvimento dos satélites sino-brasileiros de recursos terrestres (CBERS).

Para realizar a pesquisa documental, foram inicialmente consultadas bases de dados do Governo Federal sobre o Programa Espacial Brasileiro, na forma de documentos emitidos pelo Ministério da Defesa, Ministério de Ciência e Tecnologia, Secretaria de Assuntos Estratégicos, Câmara dos Deputados e outros. A análise dessa documentação proporcional um amplo conhecimento sobre a visão oficial que o governo tem sobre o setor. Em seguida, foram analisados trabalhos acadêmicos e artigos produzidos por pesquisadores e outros indivíduos envolvidos com o PEB, oferecendo uma visão mais crítica de seu processo evolutivo e condução de seus projetos – o que

proporcionou o contraponto aos documentos governamentais. Foram também consultadas fontes estrangeiras sobre exploração espacial como forma de enriquecer o trabalho ao propiciar dados sobre a condução de programas espaciais em outros países.

Os dados obtidos através da análise das fontes foram compilados separadamente para cada ator envolvido no setor espacial: governo federal, academia, indústria e sociedade civil – cada um destes recebendo um capítulo à parte para melhor compreensão de seus respectivos impactos sociais.

A obtenção das perspectivas que cada ator tem do Programa Espacial Brasileiro irá proporcionar a esta pesquisa a possibilidade de conhecer qual o impacto social mais amplo do objeto de pesquisa e como esse impacto se reflete no atual estado de dificuldades que o PEB tem em cumprir com suas metas estabelecidas.

CAPÍTULO I

As Origens da Pesquisa Espacial no Brasil

No dia 4 de outubro de 1957 subiu ao espaço o primeiro satélite artificial produzido pelo homem. Sua função era extremamente limitada: apenas emitia um pulso sonoro através de ondas de rádio, que podiam ser captadas por estações em todo o planeta. Seu nome era Sputnik 1.

O que aparentemente parecia apenas uma conquista científica com a utilização de um aparelho simplório, teve uma significância gigantesca dado o contexto histórico em que estava inserido. O Sputnik 1 havia sido lançado ao espaço por um míssil balístico intercontinental¹⁷ modificado, e com ele a União Soviética inaugurava um novo campo de batalha da Guerra Fria, dando início à Corrida Espacial¹⁸ (ANDREWS; SIQQIDI, 2011).

Os Estados Unidos, potência hegemônica no hemisfério ocidental, repetiu o feito soviético apenas alguns meses depois, em 31 de janeiro de 1958, lançando seu primeiro satélite, o Explorer 1. Embora tivesse uma carga científica, sendo projetado para detectar emissões de radiação do Cinturão de Van Allen¹⁹, a maior significância do Explorer 1 foi ser uma resposta política ao Sputnik 1. Mais do que isso: segundo McCurdy (2007), colocou os EUA efetivamente na contenda espacial por prestígio internacional.

Dado que os foguetes norte-americanos prescreviam trajetórias que os levavam ao longo da Linha do Equador, suas emissões de sinais de rádio se tornavam pouco claras para as estações de escuta montadas em território nacional. Desta maneira, através de uma parceira binacional, os EUA montaram em 1956 uma estação de escuta no arquipélago de Fernando de Noronha, no nordeste do Brasil, na qual técnicos americanos e brasileiros utilizavam instrumentos para captar, durante alguns minutos da passagem dos foguetes sobre sua área de

¹⁷ Foguete capaz de entregar uma ogiva nuclear em um alvo localizado a milhares de quilômetros de distância de seu local de lançamento.

¹⁸ Disputa tecnológica entre Estados Unidos e União Soviética realizada entre 1958 e 1972 pela conquista de marcos da exploração do espaço. Culminou no pouso tripulado na Lua pela espaçonave norte-americana Apollo 11, em julho de 1969.

¹⁹ Área de ocorrência de fenômenos eletromagnéticos atmosféricos próxima ao Equador, dada a alta concentração de partículas do campo magnético terrestre.

escuta, os dados que transmitiam. Esta estação permaneceu ativa até 1960, sendo tratada por Adalton Gouveia, em seu ensaio *Esboço Histórico da Pesquisa Espacial no Brasil* (2003), como “o primeiro contato de técnicos brasileiros com alguma forma de atividade espacial”.

O foco contínuo com que a imprensa internacional divulgava os feitos espaciais de norte-americanos e soviéticos impulsionou a academia latino-americana a promover um congresso para tratar do tema. Esta 1ª Reunião Interamericana de Pesquisas Espaciais aconteceu na Argentina em 1960, tendo dela participado pesquisadores brasileiros. Desta reunião, saiu acordado que “cada grupo local deverá incentivar a formação de comissões nacionais governamentais ou o apoio estatal para uma maior atividade em pesquisa espacial” (BRASIL, 2004).

Desta maneira, em 17 de maio de 1961, o governo brasileiro oficialmente tomou a decisão de criar uma comissão para sugerir a política e um programa de atividades espaciais para o Brasil. Numa análise cronológica, pode-se sugerir que pesou nesta decisão a imensa repercussão mundial do primeiro voo humano ao espaço, realizado pelos soviéticos em 12 de abril de 1961 com o cosmonauta Yuri Gagarin, e do equivalente norte-americano, com o astronauta Alan Shepard Jr. em 5 de maio do mesmo ano. Pode-se levantar, dessa maneira, a hipótese de que o início das atividades espaciais no Brasil é, pelo menos parcialmente, um fruto do impacto social do voo espacial protagonizado pelas duas grandes potências da Guerra Fria. Naquele ano, a mídia internacional divulgava diariamente os progressos americano e soviético na exploração espacial, adentrando o imaginário popular²⁰.

A 29 de julho de 1961, Yuri Gagarin visitou o Brasil como parte de seu tour propagandístico por diversos países. A novidade representada por seu voo espacial três meses antes repercutiu de forma positiva mesmo em países sem tradição de relações diplomáticas com a União Soviética, caso do Brasil à época²¹. A recepção popular, entusiástica, ilustra a qualidade de “conquista da humanidade” atribuída ao voo espacial tripulado pela sociedade brasileira, ao invés de uma conquista nacional soviética:

²⁰ McCurdy (2007) atribui à mídia de massa um papel de destaque na formação do impacto social do voo espacial.

²¹ A visita de Gagarin, inclusive, é tida como fator de fundamental importância para o restabelecimento de relações diplomáticas entre Brasil e União Soviética em dezembro de 1961 (VORONOV, 2014).

No Rio [de Janeiro] Yuri Gagárin é recebido por estudantes e trabalhadores brasileiros, cientistas e funcionários, personalidades oficiais e não oficiais. Todos eles pretendiam manifestar o calor dos seus sentimentos. Eles partilham em grande medida as palavras da moça brasileira Adelina Fernandes: “Nós esperamos muito tempo por você. Ontem ficamos cinco horas no aeródromo. Somos cinco irmãs e tal como todas as mulheres e mães brasileiras, queremos paz e amizade com o seu país. Obrigado Yuri, Embaixador da paz que é recebido com alegria em todo o mundo”. (VORONOV, 2014)

Em Brasília, no dia 2 de agosto, Gagarin foi recepcionado pelo Presidente Jânio Quadros, que o condecorou com a Ordem Nacional do Cruzeiro do Sul²² e conversou longamente com ele, a cerca de seu voo espacial e da União Soviética, que havia visitado em 1959. No dia seguinte, Jânio Quadros assinou o Decreto Presidencial Nº 51.133, que instituiu a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE). Tal decreto tinha objetivo dotar o país de uma organização que pudesse iniciar atividades relacionadas com a utilização e exploração do espaço, bem como constituir um núcleo de pesquisadores capaz de tratar dos problemas e desafios desta atividade, promovendo a cooperação entre os estudos científicos nacionais e aqueles conduzidos em nações já mais avançadas (GOUVEIA, 2003).

²²

Comenda estatal brasileira concedida pela Presidência da República a personalidades estrangeiras.



Figura 1 - Yuri Gagarin recebido em Brasília por Jânio Quadros (esq) e sendo beijado no Rio de Janeiro (dir) (VORONOV, 2014).

Faz necessário esclarecer que o Programa Espacial Brasileiro, desde seu início, moldou-se como uma parceria entre órgãos civis e militares, com funções distintas, porém, complementares: os civis buscaram o desenvolvimento de aplicações espaciais, concentrando-se na operação e, posteriormente, produção de satélites; já os militares se concentraram na operação e desenvolvimento de foguetes lançadores. Faremos um esboço apurado desses setores, separadamente.

Esforço Civil

A partir da criação da GOCNAE em 1961, este grupo iniciou o planejamento para o estabelecimento de um centro de pesquisas espaciais no Brasil. Já rebatizado de Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), foi submetido ao controle do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), e efetivamente entrou em operação em fins de 1963, num ambiente alocado dentro do Centro Técnico da Aeronáutica (CTA), em São José dos Campos-SP. Neste primeiro momento, o financiamento

para instrumentação do laboratório veio do CNPq, NASA²³, Universidade de Stanford²⁴, Laboratório Nacional de Padrões e Laboratório de Pesquisa da Força Aérea (GOUVEIA, 2003).

Segundo Veloso (2009), o Brasil foi um dos primeiros países do mundo a institucionalizar a pesquisa espacial, cujo foco era constituir competências em ciências espaciais e atmosféricas. As parcerias firmadas entre o CNPq e instituições de ensino e pesquisa nos Estados Unidos, firmadas durante a década de 1960, possibilitaram o envio de um seleto grupo de engenheiros brasileiros recém-formados para estagiarem em universidades e centros de pesquisa espacial naquele país. Tais iniciativas beneficiaram-se da política norte-americana de afirmação de sua influência no hemisfério ocidental através da cooperação científica, que encontrou seu auge durante a Corrida Espacial e o Programa Apollo²⁵.

Os trabalhos do CNAE, que ainda era uma comissão, ganharam reconhecimento como órgão permanente do governo em 22 de abril de 1971, com o Decreto Presidencial Nº 68.532, que criou o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Segundo Gouveia (2003), logo após sua criação, o Instituto emitiu seu primeiro plano quinquenal, que visava capacitar a academia e a indústria nacionais com a formação de 200 cientistas com nível de Doutor em Ciências (PhD) e Mestre em Ciências (MSc). Esses cientistas deveriam, desde o início de seus estudos de pós-graduação, desenvolver projetos de pesquisa pura e aplicada, buscando soluções para os problemas nacionais no campo das comunicações, meteorologia, educação, levantamento de recursos naturais, transferência de tecnologia e análise de sistemas.

Criada no mesmo ano, pelo Decreto Presidencial Nº 63.099, de 20 de janeiro de 1971, a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE)²⁶ era o órgão responsável por coordenar as atividades

²³ Acrônimo de “National Air and Space Administration” (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço), agência espacial norte-americana criada em 1958.

²⁴ Localizada em Palo Alto, na Califórnia, é um centro mundial de desenvolvimento de eletrônica complexa.

²⁵ Programa da NASA realizado entre 1961 e 1972, tendo por objetivo levar astronautas à superfície da Lua.

²⁶ A COBAE era presidida pelo Chefe de Estado-Maior das Forças Armadas e composta por representantes dos Ministérios Militares (Exército, Marinha e Aeronáutica), dos Ministérios de Relações Exteriores, da Fazenda, do Planejamento, das Comunicações e da Educação e Cultura, além de representantes do Conselho de Segurança Nacional e CNPq. (BRASIL, 2004)

espaciais civis e militares no nível mais alto, assessorando diretamente a Presidência da República e sendo responsável pela criação da política espacial brasileira. Essa política, ainda não normatizada, ganhou forma aos poucos, através das atividades do CNAE desde o fim da década de 1960. Percebeu-se que as atividades espaciais mais próximas às reais necessidades do Brasil eram a utilização de satélites meteorológicos, de comunicação e de sensoriamento remoto (GOUVEIA, 2003).

Desde sua criação, o INPE se engajou na preparação de toda a estrutura necessária para engajar-se na atividade de sensoriamento remoto, ou seja, a operação de sensores instalados em satélites orbitais que forneceriam dados para levantamento de recursos naturais ligados à hidrologia, geologia, mineralogia, agricultura, oceanografia, urbanismo, etc. Para tanto, foi construída a Estação de Rastreo em Cuiabá-MT, equipada com antenas e equipamentos de comunicação para rastrear os satélites do Programa ERTS²⁷, da NASA. De acordo com Gouveia, (2003), os satélites deste programa, conhecidos como Landsats, começaram a entrar em órbita em 1972, e desde então a estação de Cuiabá vem coletando suas fotografias para montar um extenso arquivo de imagens do território brasileiro, que ainda hoje é utilizado em pesquisas por importantes instituições públicas e privadas no Brasil.

Esforço Militar

Desde 1958, logo após o lançamento bem-sucedido dos primeiros satélites soviéticos e norte-americanos, o Ministério da Aeronáutica do Brasil mostrou-se interessado em criar um grupo de pesquisas para trabalhar com mísseis. Tal proposta encontra ressonância no contexto político-militar da época: tanto soviéticos quanto norte-americanos haviam colocado em órbita seus satélites utilizando-se de foguetes que eram nada menos do que ICBMs²⁸ modificados.

²⁷

Acrônimo de “Earth Resources Technology Satellite” (Satélite de Tecnologia de Recursos Terrestres). Programa norte-americano de lançamento e operação de satélites de observação da Terra, tendo objetivo exclusivo de observação de recursos naturais do planeta.

²⁸

Acrônimo para “Intercontinental Ballistic Missile” (Míssil Balístico Intercontinental): foguete capaz de entregar uma ogiva nuclear em um alvo localizado a milhares de quilômetros de distância de seu local de lançamento. Essas armas foram inicialmente desenvolvidas pela União Soviética, ainda sob Stalin, para atenuar sua desvantagem em bases estratégicas de lançamento de aeronaves de bombardeiro para atingir o território continental dos Estados

A iniciativa da Força Aérea Brasileira (FAB), no entanto, só encontrou suporte em 1963, quando foi proposta a criação da Comissão Nacional de Mísseis, no âmbito das três forças armadas. Gouveia (2003) relata que durante as reuniões interministeriais que se seguiram à proposta, o Brigadeiro Nelson Baena de Miranda foi encarregado de apresentar à FAB um relatório de atividades do CNAE, que à época iniciava suas operações em instalações do CTA, em São José dos Campos-SP. O relatório resultante levou o Ministério da Aeronáutica, em 12 de fevereiro de 1964, a designar o Brigadeiro Osvaldo Balloussier como responsável por coordenar atividades com o CNAE para o estabelecimento de um programa com participação da FAB. Balloussier reuniu alguns engenheiros recém-formados no Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), e com eles elaborou as diretrizes básicas do programa, que resultou na criação do Grupo de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais (GTEPE), em 10 de junho de 1964. As diretrizes imediatas do GTEPE eram (BRASIL, 2004):

- Preparar um campo de lançamento de foguetes e preparar equipes especializadas em lançamentos;
- Estabelecer programas de Sondagens meteorológicas e ionosféricas em cooperação com organizações estrangeiras;
- Incentivar a indústria privada brasileira a galgar os degraus da tecnologia espacial.

O GTEPE prosseguiu imediatamente no envio de técnicos militares e civis a centros de lançamento de mísseis nos Estados Unidos, para tomar conhecimento e travar contato com as tecnologias envolvidas na operação desses veículos. A partir de então, a tarefa seguinte seria selecionar um local em território brasileiro para ser transformado num centro de lançamento de foguetes.

A equipe técnica passou a procurar por um local próximo do Equador Geomagnético Terrestre²⁹, no nordeste brasileiro, que combinasse as vantagens do posicionamento geográfico privilegiado com boa infraestrutura logística de acesso. Contatos foram feitos com os governos do Ceará e do Rio Grande do Norte, e este último mostrou-se disposto a apoiar a iniciativa, ficando então decidida a construção do centro de lançamento na região conhecida como Barreira do Inferno, a 18 quilômetros de distância da capital Natal-RN. O curioso nome do local tem sua origem em histórias da comunidade pesqueira local, conforme relata Gouveia (2003):

O nome tão singular da praia escolhida deve-se à existência de uma falésia de barro acentuadamente vermelho que brilha, qual fogo, ao nascer do Sol. Os pescadores em suas jangadas, de longe, ao verem o brilho avermelhado criaram o nome, associado a um suposto naufrágio de pescadores junto à praia que passou a se chamar “Barreira do Inferno”.

O termo de doação do terreno foi assinado em 7 de agosto de 1964, e as obras estruturais do novo Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) se iniciaram imediatamente, dados os compromissos internacionais já assumidos com o Projeto EXAMETNET³⁰. Desta maneira, a equipe técnica brasileira foi enviada aos EUA para receber treinamento junto à NASA no Centro de Voo Wallops, na Virgínia, e no Centro de Voo Espacial Goddard, em Maryland. O bom aproveitamento no treinamento culminou com a autorização dos instrutores de Goddard para que a equipe brasileira assumisse totalmente o lançamento de um

²⁹ Local do globo terrestre onde o terreno é perpendicular ao campo magnético. Em outras palavras, onde a agulha de uma bússola aponta para a horizontal. Este local fica localizado a meio caminho entre os pólos, na chamada Linha do Equador.

³⁰ Acrônimo para “Experimental Inter-American Meteorological Rocket Network” (Cadeia Interamericana Experimental de Foguetes Meteorológicos). O programa, resultado de contatos bilaterais entre Brasil e Estados Unidos – efetivamente assinado em 1 de julho de 1965 – previa a utilização do território brasileiro para lançamento de foguetes de sondagem atmosférica, para coleta de dados meteorológicos importantes para a NASA na década de 1960. (BRASIL, 2004)

foguete de sondagem³¹ Nike-Apache em 24 de agosto de 1965 – primeira ocasião em um foguete foi lançado ao espaço exclusivamente por mãos brasileiras.

No segundo semestre de 1965 o GTEPE preocupou-se com a montagem e instalação da infraestrutura mínima para a operação de foguetes de sondagem no CLBI, de modo a não atrasar os compromissos estabelecidos com a NASA. Desta forma, o primeiro lançamento de um foguete em território nacional deu-se às 16:28 do dia 15 de dezembro de 1965, com o disparo, rastreo e registro bem-sucedido de um Nike-Apache. O primeiro lançamento noturno aconteceu três dias depois, às 01:58 de 18 de dezembro. Esses lançamentos oficialmente inauguravam a participação brasileira no esforço da pesquisa espacial.



Figura 2 - Imagens do primeiro lançamento no CLBI (15/12/1965), e do segundo lançamento (18/12/1965), noturno (GOUVEIA, 2003).

Apesar de contar com infraestrutura mínima, a Barreira do Inferno criou, para o pequeno grupo de técnicos civis e militares que lá trabalhava, um ambiente de excitação e grandes perspectivas nesse período de intensas atividades, como relatado por Adalton Gouveia (2003), à época integrante da equipe técnica de lançamento de foguetes:

³¹ Foguete utilizado para carregar aparelhagem científica até as camadas mais altas da atmosfera.

Foram as primeiras tentativas de desenvolvimento de foguetes brasileiros, com alguns fracassos e alentadores vôos de sucesso. As equipes emocionadas pela nova aventura tecnológica que viviam, se empenhando em tirar o máximo da cada teste, de cada lançamento, de cada experiência. Cada foguete que subia, deixando sua trajetória de fumaça, com radar e computador rastreando, com telemetria recebendo os sinais inteligentes dos sensores, era uma nova emoção vivida. Era a imensa satisfação interior de saber que tudo deu certo. Era o misto estado d'alma entre criança brincalhona e técnico de responsabilidade. Foram anos de grandes apertos, e... ainda de maiores alegrias.

Os foguetes de coletas de dados atmosféricos lançados no Brasil provinham dos Estados Unidos. Entre eles, estava o pequeno foguete ARCAS³², de 2,3 metros de comprimento, e que levava uma pequena carga de instrumentos científicos incluindo sensores e transmissores. O ciclo operativo deste foguete, totalmente dominado pelos técnicos brasileiros, impulsionou-os a tentar reproduzi-lo no Brasil, utilizando, para tal, a base industrial nacional. Para efeito ilustrativo, é interessante que se conheça em poucas palavras a operação do ARCAS:

O sistema ARCAS dispunha de dois modelos de carga-útil. Um tipo mais sofisticado que consistia de um sistema de sensor e um transmissor, que alcançava entre 64 e 88 quilômetros, aonde a instrumentação e um pára-quedas metalizado (para ser refletivo ao radar rastreador) eram ejetados no seu apogeu³³. O propelente deste foguete, era um grão³⁴ estável de alta energia, do tipo plastisol, com 18 quilos, e com queima prolongada de 30 segundos, queimando de baixo para cima, qual um “cigarro”. Próximo ao fim da queima era iniciado um pirotécnico para ejetar a instrumentação, que acontecia após mais 100

³² Acrônimo para “Atlantic Research Corporation – American Souding [Rocket]”.

³³ Ponto de máxima altitude da trajetória de um foguete.

³⁴ Em inglês “grain”. É a denominação comum do composto químico encontrado no motor de combustível sólido de um foguete.

segundos de vôo livre do foguete. Depois da ejeção o pára-quedas com o sensor/transmissor descia emitindo para a instrumentação de rastreamento as informações emuladas (GOUVEIA, 2003).

A Família Sonda

Coube ao GETEPE³⁵ contratar a empresa Avibrás Aeroespacial, de São José dos Campos, para desenvolver os componentes da versão nacional do ARCAS, que eventualmente ficou conhecido como Sonda I³⁶. Entre o voo do primeiro protótipo em 1967 e o último exemplar em 1977, 225 foguetes Sonda I foram lançados da Barreira do Inferno (BRASIL, 2004). Apesar de se tratar de uma cópia do foguete americano, o Sonda I representou a primeira tentativa brasileira de construir, com a indústria nacional, um pequeno veículo espacial – numa época em que esse tipo de tecnologia simplesmente não existia no país.

A construção do Sonda I também proporcionou o desenvolvimento nacional de diversas tecnologias, entre as quais se destaca o domínio da fabricação de tubos de alumínio sem costura, resultado do envolvimento da empresa Termomecânica São Paulo S.A. De acordo com Abrantes (2014), tal tecnologia foi mais tarde utilizada para o desenvolvimento de outros modelos de foguetes balísticos, fazendo da Avibrás uma exportadora desses foguetes. A indústria automobilística brasileira também foi beneficiada, pois os tubos sem costura de solda são utilizados na fabricação de válvulas de motores de combustão interna. É estimado que a economia feita com a nacionalização dessa tecnologia tenha sido maior que o montante total investido no Programa Espacial Brasileiro desde sua criação até 1992 (BRASIL, 2004).

Em 1967 a NASA propôs ao CLBI a implantação de um projeto para auxiliar diretamente o Programa Apollo com o lançamento de foguetes de aferimento de radiação em grandes altitudes, informação essencial para a sobrevivência dos astronautas em voo. Dessa forma, o

³⁵ Acrônimo para Grupo Executivo de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais, nova designação do GTEPE a partir de 2 de dezembro de 1966.

³⁶ Diferenciando-se do ARCAS, o SONDA I usava um primeiro estágio (“booster”) para dar-lhe impulsão extra, visando atingir as altitudes projetadas. No modelo original norte-americano, o foguete, de estágio único, era lançado a partir de um tubo metálico com um pistão de alumínio. (GOUVEIA, 2003)

GETEPE passou a operar foguetes Black Brant IV (BBIV), fabricados pela empresa canadense Bristol Aerospace, contratada pela NASA para o Programa SAAP³⁷. Gouveia (2003) reconta que a NASA enviou uma aeronave com foguetes, material de apoio, documentação e técnicos canadenses para Natal, e o primeiro lançamento bem-sucedido de um BBIV na Barreira do Inferno se deu em 11 de junho de 1968. A farta documentação canadense proveniente da NASA permitiu que os engenheiros do GETEPE pudessem analisar a fundo o projeto do BBIV, mais especificamente seu segundo estágio³⁸, e criar o Sonda II, que voou pela primeira vez em julho de 1969. Historicamente, foi o primeiro foguete cujo projeto, propelente e proteção térmica foram desenvolvidos pelo CTA em São José dos Campos (BRASIL, 2004).



Figura 3 - Foguete Black Brant IV pronto para lançamento no CLBI (Gouveia, 2003).

³⁷ Acrônimo para “South Atlantic Anomaly Probe” (Sonda de Anomalias do Atlântico Sul). Neste programa, o CLBI deveria manter de prontidão para lançamento a qualquer momento, a pedido da NASA, um foguete Black Brant IV com carga de instrumentação para medir anomalias de radiação na alta atmosfera, na iminência de um voo do Programa Apollo. (GOUVEIA, 2003)

³⁸ Estágios são as unidades propulsoras individuais que compõem o corpo de um foguete. Para atingir grandes altitudes, foguetes utilizam múltiplos estágios em sua estrutura, que são queimados em sequência e alijados logo em seguida, para permitir que o estágio seguinte prossiga na ascensão.

Em consonância com a criação da COBAE e do INPE no primeiro semestre de 1971, o Ministério da Aeronáutica promoveu, em 17 de outubro daquele ano, uma reforma administrativa em seus quadros, transformando o GETEPE em Instituto de Atividades Espaciais (IAE), que passou a ser uma unidade permanente do Centro Técnico Aeroespacial³⁹ (CTA). Com essa mudança, novos processos de gerência e engenharia complexa foram introduzidos no IAE, e o primeiro resultado disso foi o Sonda III. Era um foguete de dois estágios, similar ao BBIV, e teve seu desenvolvimento realizado a partir de análises de viabilidade e estudos preliminares para definição de parâmetros. O mais importante: foi o primeiro projeto nacional de foguete dirigido por um único gerente, o engenheiro Jayme Boscov, que já tinha ampla experiência na França com desenvolvimento de veículos espaciais. O Sonda III manteve-se operacional até 2002, contando com 31 lançamentos desde o primeiro voo em 26 de fevereiro de 1976.

Com a defasagem da eficácia de instrumentos de sondagem atmosférica lançados por foguetes em detrimento daqueles carregados por satélites em órbita – fato que gradualmente encerrou a parceria com os Estados Unidos, o Programa Espacial Brasileiro passou a buscar novos objetivos, e esses, ainda que mesmo em linhas gerais, visavam lançar satélites nacionais por meio de um veículo lançador nacional, a partir de um centro de lançamento nacional (BRASIL, 2004). Desta forma, o IAE decidiu no segundo semestre de 1976 iniciar o desenvolvimento de um veículo intermediário, que fosse dotado das tecnologias críticas utilizadas em lançadores de satélites. Tal foguete foi o Sonda IV.

O Sonda IV tinha 11 metros de altura, usando dois estágios de combustível sólido⁴⁰, podendo chegar a altitudes planejadas de 1.000 km de altitude, levando uma carga útil de 500 kg. Para levar o projeto adiante, o IAE pela primeira vez utilizou uma metodologia de gerenciamento de grandes projetos, multidisciplinar, aferindo tempo de execução, custo e risco tecnológico. Mais uma vez, Jayme Boscov foi o

³⁹ Em 1971, o antigo Centro Técnico da Aeronáutica foi renomeado Centro Técnico Aeroespacial, devido à inclusão do campo de pesquisas espaciais no rol das ciências técnicas praticadas no Brasil. Foi mantida a sigla CTA.

⁴⁰ O propelente de um foguete pode ser categorizado em duas classes distintas: sólido e líquido. Combustível sólido é uma mistura explosiva de componentes, utilizada em estado sólido dentro do motor. Já o combustível líquido utiliza dois reagentes em estado líquido que, quando combinados, produzem uma explosão que propela o foguete na direção oposta.

gerente do projeto, que foi dividido em 24 grupos de trabalho individuais. O novo propulsor do primeiro estágio, denominado S-40, demandou a pesquisa por um novo tipo de aço, altamente resistente, designado 300M. Esse desenvolvimento envolveu, além do CTA, três grandes empresas do ramo de siderurgia: a Eletrometal, a Usiminas e a Acesita. O domínio da tecnologia de fabricação do 300M não só evitou a importação de um similar – que custava cinco vezes mais – como também gerou milhões de dólares em divisas, com exportação. A Eletrometal tornou-se inclusive fornecedora da norte-americana Boeing, fabricando aço para o trem-de-pouso do quadrimotor Boeing 747 (ABRANTES, 2014).

O Sonda IV realizou quatro voos bem-sucedidos entre 1984 e 1989, sendo o primeiro foguete brasileiro a contar com vetorização de empuxo, o que permite corrigir pequenos desvios de trajetória do veículo. Com o sucesso dos Sonda IV, foram implantadas as bases necessárias ao início do projeto do veículo lançador brasileiro capaz de colocar satélites em órbita baixa (BRASIL, 2004).

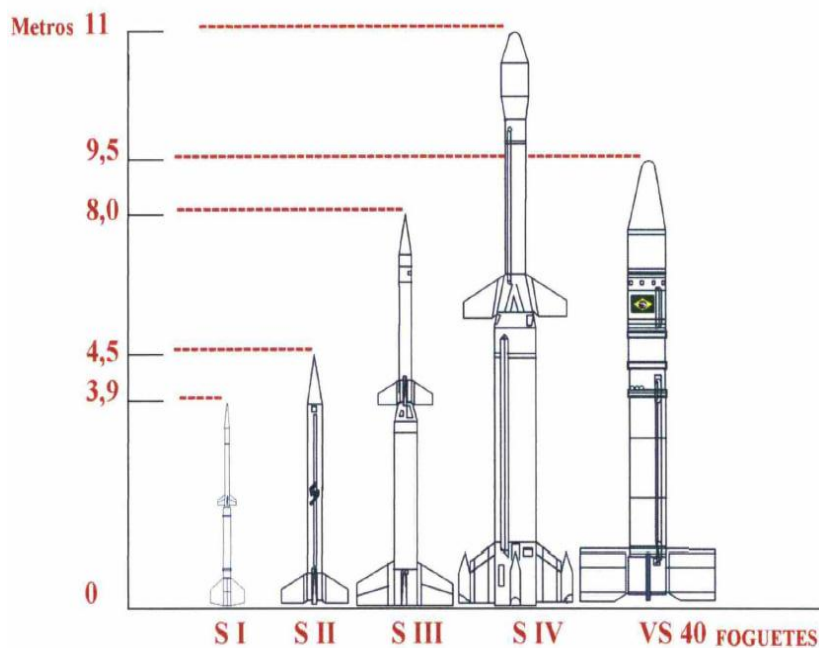


Figura 04 - Os foguetes da família Sonda, em escala de tamanho (MONTENEGRO, 1997).

Missão Espacial Completa Brasileira

No dia 6 de agosto de 1977 teve lugar no Rio de Janeiro o 1º Seminário de Atividades Espaciais, um evento convocado pelo presidente da COBAE, General-de-Exército Moacyr Barcellos Potyguara, que também era Ministro-Chefe do Estado-Maior das Forças Armadas (EMFA). No convite aos setores constituintes da COBAE, foi solicitado um relatório de atividades desenvolvidas por cada um dos órgãos representados. O resultado desses relatórios foi discutido no seminário, e a análise resultante determinou uma grande mudança na direção do Programa Espacial. Montenegro (1997) resume o que foi apresentado nos relatórios:

Esses relatórios apresentam que a Aeronáutica vinha se dedicando, desde o início dos anos 60, a um programa de veículos espaciais, no IAE/CTA; o Ministério das Comunicações trabalhava, desde 1972, pela implantação e uso de um satélite doméstico de comunicações; o Exército vinha desenvolvendo projetos para aquisição de tecnologia em materiais para mísseis e tele-direção; a Marinha tinha diversos projetos como o protótipo de um receptor de navegação por satélites, desenvolvido em 1971, e o Programa de Pesquisa Aplicada à Navegação e Geodésia por Satélite e de Pesquisa Aplicada às Comunicações; o Ministério das Minas e Energia utilizava imagens de radar e satélite (Projeto Radam Brasil) para avaliação de recursos naturais, e o INPE, desde meados da década de 60, recebia e processava dados de satélites meteorológicos e de sensoriamento remoto, que já vinham sendo utilizados em inúmeras aplicações.

Após analisados e discutidos os relatórios pelos presentes no evento, iniciou-se a discussão a cerca da redação da primeira edição do Plano Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), documento norteador da política espacial brasileira para os anos 1978-1985. Pela primeira vez, deveria haver coordenação de esforços entre os trabalhos desenvolvidos pelo INPE e pelo IAE. Decidiu-se pela formação de três comissões para tratar de assuntos específicos (MONTENEGRO, 1997):

1. Foguetes ou veículos portadores, envolvendo problemas de motores, instrumentação e controle; pesquisa e desenvolvimento de componentes e materiais básicos; industrialização, normalização e controle de qualidade;
2. Desenvolvimento, adaptação e emprego de técnicas espaciais, notadamente o sensoriamento remoto; tecnologia de satélites e suas aplicações e estações terrenas; e
3. Formação de recursos humanos em todos os níveis.

A versão final do relatório divide o PNAE em duas etapas: 1978-1979 e 1980-1985. A primeira etapa deveria ser concentrada na formação dos recursos humanos necessários e à busca de dotação orçamentária para execução dos projetos propostos no documento. A orientação geral do PNAE era a integração de esforços nacionais na pesquisa espacial e o uso racional de recursos e materiais, tendo como meta o desenvolvimento nacional brasileiro. A segunda etapa descrita no documento descreve uma proposta bastante ambiciosa, na forma da Missão Espacial Completa (MEC). Seguindo a linha de pensamento do INPE, que descrevia as atividades espaciais de interesse imediato do Brasil como sendo o monitoramento de recursos naturais, a meteorologia, comunicação e o sensoriamento remoto, bem como levando em conta as limitações tecnológicas do país, a MEC previa o estabelecimento de um ciclo operacional completo de colocação de satélites nacionais em órbita, através de três projetos distintos (MONTENEGRO, 1997):

1. Veículo Lançador - "tendo em vista a capacitação tecnológica já adquirida pelo País neste campo, que, se de um lado lhe assegura reais condições de construir a médio prazo um veículo lançador de satélites de órbita de média altura, de outro lado, só apresenta perspectivas remotas de conseguir-se um veículo para satélites geoestacionários, com órbita de grande altitude, o Seminário optou pelo desenvolvimento de um veículo para lançar satélites de 100 a 120 kg, em

órbita circular situada entre 500 e 700 km". Este veículo seria o desenvolvimento natural dos desenvolvimentos efetuados através dos foguetes da família SONDA. A coordenação está a cargo do IAE/CTA.

Satélite - "considerando, de um lado, que a maior complexidade dos satélites geoestacionários não nos permite ainda desenvolvê-los, senão a muito longo prazo e certamente com intensa cooperação internacional, e reconhecendo, de outro lado, a viabilidade, a prazos não tão longos, do desenvolvimento no País de satélites menores e mais simples, a Comissão recomenda, como passo inicial, o desenvolvimento de satélites de 100 a 120 kg para órbita circular entre 500 e 700 km. Ressalte-se que um satélite com estas características possibilita várias aplicações, como as científicas, as de meteorologia, as de sensoriamento remoto. Assim, o desenvolvimento proposto, além de alto interesse em termos de tecnologia nacional, teria grande valor para as aplicações já exploradas no País, além de constituir passo fundamental à meta de longo prazo que seria a construção de satélites geoestacionários". O projeto é atribuído ao INPE.

3. Segmento Terrestre - "consistindo na infraestrutura de apoio, compreendendo a expansão do Campo de Lançamento de Foguetes da Barreira do Inferno-CLFBI, o desenvolvimento de estações de rastreio, telemetria e comando, e as instalações de montagem nos locais de lançamento."

O relatório final foi aprovado pelo Presidente Ernesto Geisel em 5 de abril de 1978, efetivamente tornando-se a política espacial brasileira.

Segundo Montenegro (1997), desde 1975 os franceses, através de seu *Centre National D'Etudes Spatiales* (CNES), vinham demonstrando interesse em iniciar uma parceria para desenvolvimento

de sistemas espaciais em conjunto com o Brasil. Apesar de nenhum convênio ter sido oficialmente assinado, as conversações continuaram por anos, permitindo ao corpo técnico brasileiro travar contato com modernas especificações e métodos de engenharia de projetos espaciais. Em essência, a proposta francesa oferecia o desenvolvimento conjunto de um veículo lançador de satélites e três satélites – o que ia de encontro aos interesses brasileiros estipulados pelo PNAE (BRASIL, 2004).

A proposta foi levada à discussão durante o 2º Seminário de Pesquisas Espaciais, mais uma vez convocado pela COBAE e realizado em São José dos Campos em 1979. Esta edição do evento visava examinar a execução dos projetos em andamento, bem como aqueles previstos para a fase 1980-1985. A Missão Espacial Completa concentrou a maior parte das discussões, e a análise da proposta francesa foi um ponto focal. Os altos custos envolvidos na proposta e questões de soberania nacional forçaram a criação, ainda dentro do evento, de dois grupos de análise de viabilidade: um para a missão conjunta franco-brasileira e outro para uma versão totalmente brasileira.

Os documentos produzidos por esses dois grupos foram analisados durante uma sessão extraordinária da COBAE em abril de 1980, tendo o órgão decidido pela realização da Missão Espacial Completa essencialmente brasileira, que previa o desenvolvimento, construção e colocação em órbita de um conjunto completo de satélites nacionais com as funções básicas de coleta de dados e sensoriamento remoto, através do uso de um Veículo Lançador de Satélites (VLS) nacional, propelido a combustível sólido, que deveria usar tecnologia desenvolvida a partir do foguete Sonda IV.

Os satélites deveriam ser colocados em órbitas que variavam de 650 km a 700 km de altitude⁴¹, e o primeiro lançamento estava previsto para seis anos e meio após o início do programa, que se estenderia por nove anos. Faz-se necessário ressaltar a importância desses prazos. Numa linha mais geral, a Missão Espacial Completa tinha por objetivo (MONTENEGRO, 1997):

- a) Desenvolver a capacidade industrial brasileira para a produção de bens em

⁴¹ Essas são consideradas órbitas baixas, utilizadas para satélites de coleta de dados e sensoriamento remoto. Satélites de comunicação são essencialmente geoestacionários, ou seja, têm que permanecer fixos em um ponto determinado do céu, para receber e transmitir sinais ininterruptamente às estações receptoras em terra. A órbita geoestacionária está a 36.000 km de altitude.

qualidade compatível com os critérios exigidos pelos programas espaciais;

- b) Adquirir a capacitação tecnológica necessária ao planejamento de um programa e à utilização efetiva de capacidade industrial brasileira;
- c) Permitir ao país colocar em órbita satélites de interesse para seus programas de aplicação, tais como: mapeamento geológico, agricultura, pesquisa florestal, análise ambiental e uso da terra;
- d) Estabelecer competência, tanto na área de satélites como na de lançadores, de gerar, projetar, construir e realizar um programa espacial completo;
- e) Gerar bens e serviços de alta significação para a economia e o desenvolvimento do país, tais como os relativos a tubos sem costura, ligas de aço de ultra-alta-resistência, técnicas especiais de tecelagem, tecnologia de materiais compostos (fibras e resinas especiais), hélices leves, etc.

O custo projetado total do programa era de Cr\$ 20.850.300.000,00⁴² (vinte bilhões oitocentos e cinquenta milhões e trezentos mil cruzeiros) computado no total de nove anos, referido a Cruzeiros de janeiro de 1980; o biênio 1980/1981 envolvia um desembolso de Cr\$ 3.456.700.000, 00⁴³ (três bilhões quatrocentos e cinquenta e seis milhões e setecentos mil cruzeiros), dos quais Cr\$

⁴² Aproximadamente o equivalente a R\$ 6.255.090.000,00 (seis bilhões duzentos e cinquenta e cinco milhões e noventa mil reais) em valores atuais de maio de 2014. Conversor de valores disponível em (ACERVO, 2014)

⁴³ Aproximadamente o equivalente a R\$ 1.037.010.000,00 (um bilhão trinta e sete milhões e dez mil reais) em valores atuais de maio de 2014. (ACERVO, 2014)

562.975.000,00⁴⁴ (quinhentos e sessenta e dois milhões novecentos e setenta e cinco mil cruzeiros) em moeda exterior.

Para efeito de comparação, a proposta francesa – que embora oferecesse diminuição de riscos e vantagens técnicas – custaria ao Brasil, num período total de sete anos e meio, a ordem de Cr\$ 33.500.000.000,00⁴⁵ (trinta e três bilhões e quinhentos milhões de cruzeiros), dos quais cerca de 33,2% em moeda estrangeira (Cr\$ 11.122.000.000,00)⁴⁶, com lançador de 1º estágio a propelente líquido e colocação em órbita de três satélites, sendo um de sensoriamento remoto e dois de coleta de dados. Como se pode notar, o projeto brasileiro era aproximadamente 37,7% mais barato, já compreendendo o foguete completo com 4 estágios mais o lançamento de 4 satélites, sendo dois de sensoriamento remoto e dois de coleta de dados (MONTENEGRO, 1997).

Além das considerações técnicas e financeiras já mencionadas, a decisão pela proposta nacional recaiu também na confiança depositada nos cientistas e técnicos brasileiros do INPE e IAE, bem como na capacidade industrial do país. Também pesou na decisão as implicações para a segurança nacional e o desejo de dar sequência aos esforços desenvolvidos há mais de uma década, particularmente no setor de lançadores, pelo Brasil. Com a decisão, esperava-se que o desenvolvimento nacional de novas tecnologias fornecesse à indústria capacidade plena de suprir o programa espacial e gerar grande economia de divisas com importação. A implantação de uma rede nacional de satélites de coleta de dados iria fornecer ao Brasil um conjunto inédito de dados sobre hidrologia, meteorologia e agricultura, que ficaria à disposição apenas de entidades nacionais credenciadas.

Em abril de 1980, o Presidente João Figueiredo deu parecer favorável ao projeto, com a observação de que a alocação de recursos ficaria condicionada à disponibilidade orçamentária a partir de 1981. A partir daquele momento, o projeto passa oficialmente a chamar-se Missão Espacial Completa Brasileira (MECB).

⁴⁴ Aproximadamente o equivalente a R\$ 168.892.500,00 (cento e sessenta e oito milhões oitocentos e noventa e dois mil e quinhentos reais) em valores atuais de maio de 2014. (ACERVO, 2014)

⁴⁵ Aproximadamente o equivalente a R\$ 10.050.000.000,00 (dez bilhões e cinquenta milhões de reais) em valores atuais de maio de 2014. (ACERVO, 2014)

⁴⁶ Aproximadamente o equivalente a R\$ 3.336.600.000,00 (três bilhões trezentos e trinta e seis milhões e seiscentos mil reais) em valores atuais de maio de 2014. (ACERVO, 2014)

Centro de Lançamento de Alcântara

Quando o antigo GTEPE recebeu a missão de escolher um local para construir um centro de lançamento de foguetes em 1964, tinha-se em mente o propósito de operação de pequenos veículos – os foguetes de Sondagem atmosférica – exatamente os mesmos com os quais as equipes técnicas brasileiras vinham tendo contato nos Estados Unidos. Segundo Gouveia (2003), não havia naquela época qualquer concepção de uso da Barreira do Inferno como plataforma de operação de foguetes de médio e especialmente grande porte. Com o passar dos anos, o crescimento natural de Natal e o povoamento dos terrenos adjacentes ao CLBI impediram sua expansão para uma área grande o suficiente para permitir o lançamento de satélites:

Um VLS, por exemplo, de dimensão pequena como veículo lançador de satélite, quando na plataforma pronto para lançamento, contém 41 toneladas de explosivo, o que significaria a interdição de toda a rota do sol pelo tempo inteiro da operação de lançamento. Simplesmente inconcebível! (GOUVEIA, 2003)

Dessa maneira, foi proposto um plano, logo após a criação da MECB, de procurar-se uma área adequada para a construção de um centro operador de veículos orbitadores de satélites. Com a escolha da área inclusive ambicionava-se abrir o Brasil para o mercado internacional de lançamento de satélites, que movimentava bilhões de dólares anualmente (AMARAL, 2010).

A regra na mente da comissão que escolheu o terreno foi manter-se o mais próximo possível da Linha do Equador, dado que essa proximidade facilita a entrada do foguete em órbita, economizando combustível e barateando o lançamento. O local também deveria ter acesso à infraestrutura logística e ser permitir boa segurança quanto ao seu isolamento e posição relativa ao mar⁴⁷. O clima deveria ser estável, com estação de chuvas bem definida, ventos dentro do limite aceitável para a operação de foguetes e amplitude térmica diária e anual

⁴⁷

Em um centro de lançamento de veículos lançadores de satélites tem-se que projetar as áreas de impacto dos diversos estágios dos foguetes, que retornam ao solo após concluírem sua queima e serem expelidos.

moderada. Entre os locais candidatos, o município de Alcântara, no Maranhão, destacou-se como a melhor escolha, atendendo a todas as condições necessárias.

Foi criado, em 1982, o Grupo de Implantação do Centro de Lançamento de Alcântara (GICLA), que iniciou a demarcação do terreno e o planejamento das estruturas. A inauguração do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA) deu-se no ano seguinte, contudo, o centro somente se tornou operacional em 1990, com o lançamento de um Sonda II a partir de suas instalações⁴⁸. O atual centro de lançamento ocupa uma área de 520 km², e é o centro de lançamento mais próximo do Equador no mundo todo (GOUVEIA, 2003).



Figura 05 - O VLS montado na Plataforma Móvel de Integração no Centro de Lançamento de Alcântara (BRASIL, 2012).

⁴⁸

Uma marcante diferença pode ser notada ao se comparar a cronologia do CLA à do CLBI, que teve a construção iniciada pouco mais de doze meses antes de sua efetiva entrada em operação em dezembro de 1965.

Satélites da MECB

Foi proposto originalmente pela Missão Espacial Completa Brasileira o desenvolvimento, construção e colocação em órbita de quatro satélites: dois de coleta de dados e dois de sensoriamento remoto.

Os primeiros da lista foram os Satélites de Coleta de Dados (SCD), projetados por engenheiros do INPE e construídos no Brasil. O SCD-1 foi projetado dentro das especificações previstas para a carga útil do VLS, mas com o atraso no desenvolvimento do veículo lançador, teve que ser lançado por um foguete norte-americano⁴⁹, em 9 de fevereiro de 1993. O SCD-2 seguiu para o espaço da mesma maneira, em 23 de outubro de 1998. Os dois satélites são estruturalmente bastante parecidos, cumprindo a mesma função (YAMAGUTI; et al, 2009).



Figura 06 - Representação do satélite SCD-1 na órbita terrestre (GOUVEIA, 2003).

⁴⁹ Foi utilizado um foguete Pegasus, de três estágios de combustível sólido. O Pegasus é lançado a partir de uma aeronave voando a 12 mil metros de altitude.

Os SCDs são parte integrante do Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais (SBCDA), que se baseia numa rede de cerca de 800 Plataformas de Coleta de Dados (PCD) espalhadas pelo território nacional. As PCDs são estações automatizadas que contêm sensores para aferições de variáveis ambientais como precipitação, pressão atmosférica, radiação solar, temperatura, umidade do ar, ponto de orvalho, direcionamento do vento, nível de corpos de água, entre outros. Essas estações coletam dados, que são enviados por uma antena para os SCDs em órbita. Os satélites, por sua vez, retransmitem esses dados para as duas Estações Terrenas de recepção, em Alcântara-MA e Cuiabá-MT. Essas estações então processam e repassam os dados para os usuários da rede: uma lista de empresas, agências governamentais e instituições de ensino. Esses dados são utilizados em diversas aplicações, como previsão do tempo, estudos de correntes oceânicas e marés, química da atmosfera, planejamento agrícola e monitoramento de bacias hidrográficas, fornecendo dados fluviométricos e pluviométricos para todo o Brasil.

Os SCDs tinham vida útil prevista de doze meses, porém ambos encontram-se em operação até a data de escrita deste trabalho, superando em muito as expectativas iniciais. A longevidade dos SCDs brasileiros é atribuída à grande competência tecnológica do INPE e o rigor utilizado no processo de certificação de componentes e subsistemas de integração utilizados nos satélites (YAMAGUTI; et al, 2009).

CBERS

Na área de sensoriamento remoto, o Brasil dependia, até a década de 1980, de imagens e dados fornecidos por satélites estrangeiros, como os já referidos Landsats norte-americanos. Sendo o sensoriamento remoto uma aplicação tida como essencial para os interesses brasileiros, sobretudo para observação de seu vasto território, o desenvolvimento de um satélite próprio com essa função era um passo lógico. Durante o governo José Sarney, a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia representou um marco no Programa Espacial e assinalou a consolidação do INPE (VELOSO, 2009).

Dessa forma, em 6de julho de 1988 o Brasil optou por firmar com a China uma parceria para desenvolvimento do *China-Brazil Earth Resources Satellite*⁵⁰ (CBERS), um programa que previa o lançamento

⁵⁰

Literalmente “Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres”.

de dois satélites de sensoriamento remoto a um custo de US\$ 300 milhões, com responsabilidades divididas entre Brasil (30%) e China (70%). O parque tecnológico e industrial brasileiro vinha de uma bem-sucedida experiência no desenvolvimento de satélites com o programa SCD, e a China tinha larga experiência com lançadores de satélites. Sendo assim, a parceria foi mutuamente construtiva.

Os satélites CBERS contêm câmeras de alta potência para realizar varreduras fotográficas do planeta, além de possuir receptores e transmissores para atuar no Sistema Brasileiro de Coletas de Dados Ambientais, auxiliando os SCDs em sua tarefa (GOUVEIA, 2003).

O CBERS-1 foi lançado ao espaço em 14 de outubro de 1999, através de um lançador chinês Longa Marcha 4B⁵¹, em Taiyuan, na China. Embora tivesse vida útil de dois anos, permaneceu em operação até agosto de 2003. O CBERS-2, idêntico ao primeiro, foi lançado em 21 de outubro de 2003 e permaneceu em operação até 15 de janeiro de 2009. As imagens e dados coletados pelos CBERS são utilizados por empresas privadas e instituições públicas brasileiras como o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), Petrobras, Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), dentre outras. Foram também fechadas cooperações internacionais com países africanos para uso compartilhado das imagens.

⁵¹

Três estágios de combustível líquido.

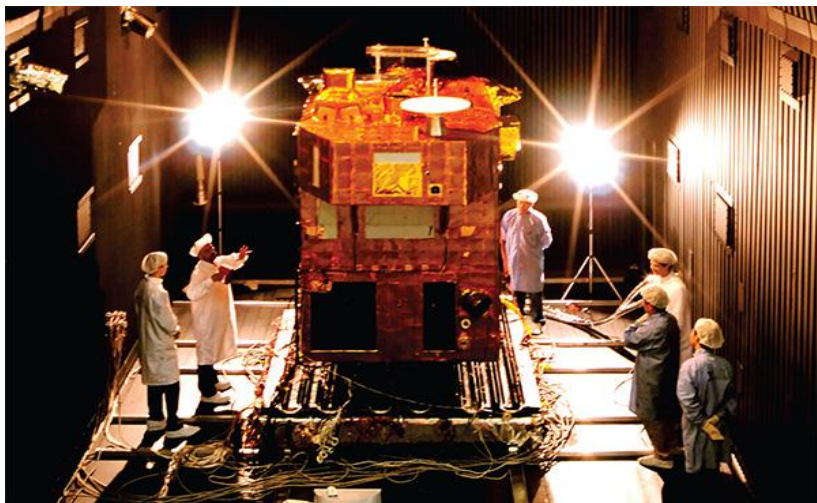


Figura 6 - CBERS-3 em construção no INPE (BRASIL, 2012).

Em 2002, foi assinado entre China e Brasil um termo complementar, permitindo o desenvolvimento e construção de mais dois satélites, o CBERS-3 e o CBERS-4, com aparelhagem mais moderna e potente que a série anterior. Contudo, devido ao atraso no desenvolvimento desses satélites, foi construído e lançado o CBERS-2B, idêntico ao CBERS-2, em 19 de outubro de 2007. Esse satélite ficou em operação até 10 de maio de 2010, quando sofreu uma pane elétrica (VELOSO, 2009).

O CBERS-3 foi lançado da China em 9 de dezembro de 2013, mas não conseguiu entrar em órbita devido a uma falha no 4º estágio do foguete Longa Marcha. Dessa forma, o Brasil, durante a escrita deste trabalho, não possui nenhum satélite próprio de sensoriamento remoto em estado operacional. O CBERS-4 está atualmente em desenvolvimento pelo INPE e tem previsão de lançamento para 2015.

Veículo Lançador de Satélites

Com base na tecnologia desenvolvida na série Sonda, particularmente com o foguete Sonda IV, foi iniciado o desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites em 1985, após o voo bem-sucedido do primeiro protótipo do Sonda IV em 21 de novembro de 1984 (BRASIL, 2004).



Figura 08 – 8 de outubro de 1987: o presidente José Sarney, com os ministros Rubens Bayma, Dennys Moreira Lima e Leônidas Pires, acompanha o lançamento de um Sonda IV na Barreira do Inferno (FALCÃO, 2014).

Segundo Gouveia (2003), o VLS tem por objetivo colocar em órbita de até 1000 km de altitude um satélite de até 350 kg. É um foguete de 4 estágios, todos de combustível sólido, que utiliza como primeiro estágio um *cluster* de quatros motores auxiliares⁵². Logo acima do 4º estágio, existe uma coifa, que abriga a carga útil de satélites. Grande índice de nacionalização foi usado na construção de suas partes.

A decisão pelo formato final do VLS – um veículo *cluster* completamente propelido a combustível sólido – pode ser remontada a 1968 e à chegada da vasta documentação canadense sobre o foguete Black Brant IV para o corpo técnico da Barreira do Inferno. De acordo com o relato de Adalton Gouveia (2003), que pertencia à equipe de lançamento da CLBI na época:

O autor bem se lembra do dia [1968] que o pessoal do GETEPE/CTA, aqueles que eram os “cabeças” no desenvolvimento de foguetes, tomou conhecimento de que a BRISTOL AEROSPACE

⁵²

Na astronáutica, conhecidos pelo termo em inglês *strap-onboosters*. São propulsores presos ao corpo principal do veículo lançador, que têm o objetivo de prover empuxo extra durante a decolagem e primeira fase do voo. Esta configuração é utilizada em diversos veículos espaciais estrangeiros.

estava testando vôos de um “cluster” destinado a orbitar pequenos satélites. Após o expediente, estávamos todos no cassino dos oficiais, relaxando de um dia cheio de informações, quando surgiu a conversa de que o grupo já teria condições de começar a pensar em um foguete semelhante ao “cluster” da BRISTOL. Isto foi em maio de 1968, quando sonhos de grandes realizações formigavam na cabeça daquele grupo. Ali estava o Ten. Abner, o Eng. Júlio Cesar, entre outros. Naquele dia o Veículo Lançador de Satélites foi emprenhado. Embora, a idéia de realização da MECB só ocorresse doze anos depois.

Já no “Relatório da Investigação do Acidente Ocorrido com o VLS-1 V03” (BRASIL, 2004), consta que:

Embora muito se especule sobre o modelo que tenha dado origem às formas do atual veículo lançador de satélites brasileiro, o fato é que, segundo declaração do primeiro gerente do projeto, Eng. Jayme Boscov, o VLS-1 foi resultado do estágio de capacitação técnico-científica e das possibilidades do parque industrial nacional, à época.

Ao todo, quinze concepções diferentes foram analisadas, chegando-se, ao final, à configuração em “cluster”, com quatro propulsores geometricamente distribuídos em torno de um corpo central, por sinal uma configuração consagrada internacionalmente, utilizada ainda hoje em lançadores operacionais como o Ariane V, o Proton SL, o Longa Marcha 2E e o Delta II.

Segundo Veloso (2009), os anos do governo Fernando Collor de Mello (1990-1992) foram cruciais para o Programa Espacial, que acabou perdendo relevância como prioridade estratégica para o Brasil. Esse fato atrasou não só o desenvolvimento do VLS como também o programa de satélites.

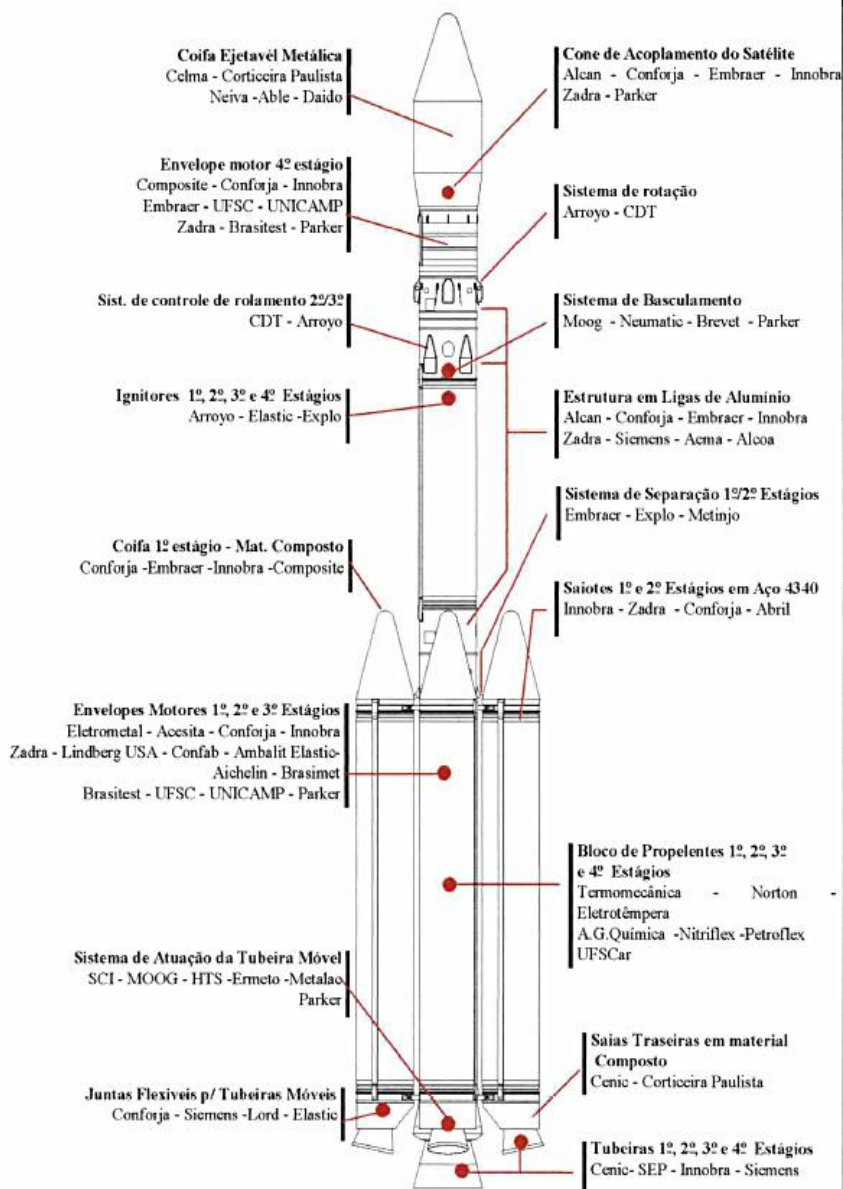


Figura 09 - Diagrama do VLS, com as entidades responsáveis pela construção de cada parte integrante do veículo (MONTENEGRO, 1997).

Somente em 2 de dezembro de 1997 o primeiro protótipo do VLS decolou do Centro de Lançamento de Alcântara, carregando o satélite SCD-2A. Todavia, um dos propulsores do 1º estágio não obteve ignição, e o foguete foi destruído remotamente ao perder controle da trajetória, acarretando em perda do satélite. A investigação apontou mau funcionamento do Dispositivo Mecânico de Segurança (DMS), como causador da falha. Sendo assim, em 11 de dezembro de 1999 teve lugar o voo do segundo protótipo, desta vez carregando o satélite SACI-2. Com a correção no DMS e alterações julgadas necessárias para o bom funcionamento dos sistemas, a decolagem aconteceu conforme planejado, com ignição perfeita dos 4 propulsores do 1º estágio, porém, o VLS teve que ser destruído após uma explosão ocorrida no momento da ignição do 2º estágio – mais uma vez com perda do satélite.

Segundo Gouveia (2003), ocorreu uma falha procedimental no planejamento das missões do VLS, insistindo-se no carregamento de satélites desde o primeiro voo-teste:

E aí é que está o problema. No mundo todo, os primeiros lançamentos de qualquer foguete experimental, são feitos com carga-útil técnica, buscando unicamente definir os parâmetros de voo. Pela experiência do autor, que esteve em várias fábricas de foguetes nos EUA, são necessários entre cinco a dez lançamentos eminentemente técnicos, para a definição do comportamento de um certo foguete, isto após percorrer o caminho entre a prancheta e o campo de lançamento, inclusive com levantamento de valores de pesagem de vento de cada estágio do veículo. (Ver o livro do autor denominado “Cálculo de Dispersão de Foguetes Balísticos”). E só após os lançamentos qualificadores da operacionalidade do veículo, é que o mesmo pode ser considerado homologado, destarte, pronto para operar em qualquer situação. Mas, entre nós, desde o primeiro lançamento, pretendeu-se que o VLS já era um foguete homologado e operacional, colocando um satélite na ogiva de cada um deles, o que se tornou muito, mas muito mais caro que uma carga-útil meramente técnica.

O terceiro protótipo do VLS estava montado na plataforma do CLA em 22 de agosto de 2003, totalmente abastecido e mais uma vez

com carga útil de satélites: o SATEC⁵³ e o UNOSAT⁵⁴. Desta vez a ignição prematura de um dos propulsores do 1º estágio, com o foguete ainda abrigado na plataforma, provocou a explosão do veículo, causando a morte de 21 técnicos que, naquele momento, lá trabalhavam (BRASIL, 2004).

O acidente causou uma parada momentânea das atividades com o VLS, e embora novos testes com os propulsores tenham sido realizados nos anos seguintes, até o momento de redação deste trabalho não houve realização de voo do quarto protótipo.

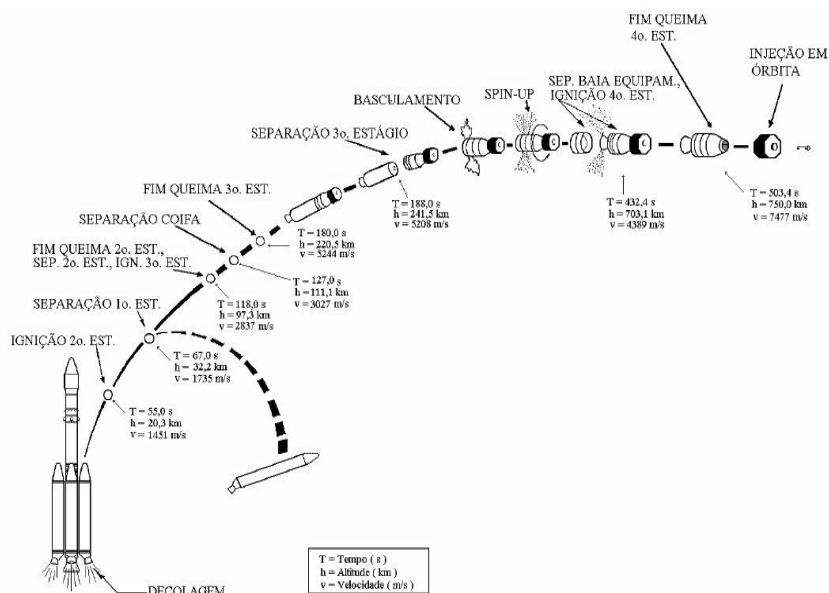


Figura 10 - Funcionamento projetado do voo do VLS (BRASIL, 2004).

Agência Espacial Brasileira

A Agência Espacial Brasileira (AEB) é uma autarquia pública criada em 10 de fevereiro de 1994 pela Lei Nº 8.854 e vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Tem por objetivo

⁵³ Acrônimo para “Satélite Tecnológico”, um microsatélite de aplicações científicas desenvolvido pelo INPE.

⁵⁴ Nanossatélite de aplicações científicas desenvolvido pela Universidade Norte do Paraná (UNOPAR).

planejar e supervisionar a política espacial brasileira, expedindo e implementando o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). Desta feita, substituiu a COBAE como órgão de assessoria junto à Presidência da República para assuntos de pesquisa espacial (BRASIL, 2011).

A AEB controla os esforços e orçamentos do INPE e IAE, além dos centros de lançamento em Alcântara e na Barreira do Inferno. Além disso, é responsável por buscar e desenvolver parcerias internacionais, como a que resultou no voo espacial do astronauta brasileiro Marcos Pontes⁵⁵ em 30 de março de 2006 e do acordo binacional com a Ucrânia para o lançamento do foguete Cyclone 4⁵⁶ a partir do CLA.

⁵⁵

Tenente-Coronel da FAB Marcos Pontes foi selecionado pela NASA em 1998 para integrar o 17º grupo de astronautas a ser formado por aquela agência. Declarado apto em 2000, foi escalado para voo no ônibus espacial em 2003. O acidente com o ônibus espacial *Columbia* em fevereiro daquele ano, contudo, paralisou todas as atividades do programa. Sendo assim, Marcos Pontes foi ao espaço em março de 2006 através da nave russa Soyuz TMA-8, numa missão de 10 dias na Estação Espacial Internacional.

⁵⁶

Veículo ucraniano de 3 estágios de combustível líquido, capaz de lançar satélites em órbita geoestacionária, ainda em desenvolvimento.

CAPÍTULO II

O Impacto Social no Governo

A determinação decisiva em criar um programa espacial nacional vem do governo. Ao contrário das iniciativas essenciais como educação, saúde, transporte e segurança, o investimento em programas não-essenciais como o espacial, nuclear e armamentista advém de uma casuística historicamente marcante, que afeta a nação de maneira que uma resposta à demanda é criada mormente a magnitude desta demanda:

Dentro de uma dada categoria de mudança tecnológica há, a grosso modo, dois tipos de escolha que podem afetar a distribuição relativa de poder, autoridade e privilégio numa comunidade. Frequentemente a decisão crucial é a simples escolha “sim ou não” – vamos desenvolver e adotar a coisa ou não? (WINNER, 2015)

A pesquisa espacial, mesmo que foco da literatura imaginativa há séculos, somente tomou forma real após a Segunda Guerra Mundial, quando a Guerra Fria colocou em cantos opostos os Estados Unidos e a União Soviética – contendores pela hegemonia global. Embora pesquisadores norte-americanos e soviéticos já se demonstrassem curiosos sobre o espaço exterior e fizessem planos para explorá-lo, o ambiente político não favorecia a cessão dos vultosos investimentos necessários para se levar a cabo um programa espacial efetivo. Da mesma forma, pesquisadores de outras nações, mais ou menos desenvolvidas, também formavam seus núcleos de especialistas, mas todos compartilhando do mesmo cenário político desfavorável:

O crescimento, maior ou menor, da atividade espacial depende do meio ambiente político e do nível de desenvolvimento em que o país se encontra. Em seu início, o processo avança ou recua obedecendo às variações de ambiência a que o país é submetido. Em um segundo momento, os benefícios que o programa, direta ou indiretamente, produz

fazem com que sua evolução seja natural (MONTENEGRO, 1997).

O cenário político soviético foi o primeiro a mudar em favor da pesquisa espacial, mesmo que indiretamente, ainda no fim dos anos 1940: Stalin reconheceu a necessidade de seu país possuir mísseis balísticos de longo alcance, capazes de atingir o território norte-americano, visto que a União Soviética não desfrutava da mesma situação geopolítica dos Estados Unidos – que possuíam uma imensa frota de bombardeiros de longo alcance e bases em países aliados de onde poderiam atingir qualquer ponto do território soviético. A desvantagem estratégica soviética foi a chave para inaugurar a conquista do espaço. Logo, através de seus canais de inteligência, os americanos souberam dos projetos de mísseis soviéticos e deram início aos seus próprios:

Uma visão pragmática leva a considerar o motivo bélico como o primeiro fator motivador do desenvolvimento dos programas espaciais. Não só pela necessidade de transportar cargas destrutivas até às posições inimigas mas, também, para colocar em órbita instrumentos que permitam meios de observação e de comunicação eficientes. Assim é que os maiores esforços despendidos, no sentido da criação de programas espaciais, ocorreram depois da II Grande Guerra e foram efetivados pelas duas nações que pretendiam a supremacia mundial (MONTENEGRO, 1997).

É importante ressaltar que a motivação para o início dos programas espaciais – bem como o processo de estabelecimento das políticas para o setor e a construção dos modelos de gerenciamento dos programas – é moldada diretamente pela conjuntura de eventos que afetava aquela nação naquele momento. Por serem Estados Unidos e União Soviética as nações com maior grau de desenvolvimento tecnológico e econômico no começo dos anos 1950, foram naturalmente as que mais aplicaram recursos em seus programas espaciais, visto que protagonizavam uma rivalidade global.

Estados Unidos

Apesar de possuir planejamento para lançamento de satélites dentro dos programas militares de mísseis balísticos, o governo dos Estados Unidos não dava qualquer prioridade a esses planos até o lançamento do Sputnik 1 soviético em 4 de outubro de 1957. A consternação nacional norte-americana foi acentuada pelo fato levado a público de que o país poderia de fato ter colocado seu próprio satélite em órbita antes, mas não o fez por ignorar os planos de seus pesquisadores espaciais. Imediatamente após o ocorrido, elementos do governo protocolaram uma série de recomendações para que o país criasse um programa espacial à altura do desafio que se avizinhava:

A mobilização da opinião nacional faz com que o meio político americano responda aos anseios do povo. Afinal, o orgulho nacional - fator importante do desenvolvimento do país - havia sido fortemente atingido (MONTENEGRO, 1997).

Após as primeiras medidas governamentais tomarem forma em 25 de novembro de 1957 com um inquérito conduzido senador Lyndon Johnson junto ao Comitê das Forças Armadas no Senado, o próprio Presidente dos Estados Unidos, Dwight Eisenhower, emitiu um relatório denominado “Introdução ao Espaço Exterior” em 26 de março de 1958, no qual reconhecia o valor do desenvolvimento de tecnologias espaciais para “estender o conhecimento do homem sobre a Terra, o Sistema Solar e o Universo”. Poucos dias depois, recomendou a criação de Agência Nacional de Aeronáutica e Espaço, e o congresso formou comitês para discutir a política espacial norte-americana. Esses comitês concluíram em 21 de maio que:

O estabelecimento de um programa espacial nacional é matéria da mais alta urgência para a imediata segurança nacional e para garantir no longo prazo que o espaço seja utilizado para fins pacíficos. Os Estados Unidos estão atrás da União Soviética atualmente em sua habilidade de utilizar o espaço exterior, e somente trabalho duro, planejamento

inteligente e organização irão sobrepujar essa falha nos anos vindouros. A Política Espacial Nacional é importante demais para ser deixada exclusivamente a cargo de militares e cientistas. Deve ser coordenada nos níveis mais altos do Governo com outros aspectos de nossas políticas de defesa, externa, tecnológica e econômica (MONTENEGRO, 1997).

Em 29 de julho de 1958 é criada oficialmente a NASA⁵⁷, agência que deveria se encarregar de dirigir todo o programa espacial civil norte-americano. É dirigida por um Administrador Geral e um Administrador Executivo, ambos indicados pelo Presidente e aprovados com consentimento do Senado. Apesar de ser uma agência nova, já começou tendo que assumir projetos espaciais já existentes nas Forças Armadas, e organizando de forma funcional a cadeia de instalações de pesquisa espalhadas pelo território americano. De acordo com Darly Pinto Montenegro (1997), o mesmo ato que criou a NASA também estabeleceu as diretrizes básicas da Política Espacial nacional:

1. A expansão do conhecimento humano de fenômenos na atmosfera e no espaço;
2. O melhoramento da utilidade, desempenho, velocidade, segurança e eficiência dos veículos aeronáuticos e espaciais;
3. O desenvolvimento e a operação de veículos capazes de transportar instrumentos, equipamentos, suprimentos, e organismos vivos através do espaço;
4. O estabelecimento de estudos de longo prazo dos benefícios potenciais a serem obtidos, das oportunidades e dos problemas na utilização das atividades aeronáuticas e espaciais para propósitos científicos e pacíficos;
5. A preservação do papel dos Estados Unidos como um líder na ciência e tecnologia aeronáuticas e espaciais e na aplicação decorrente, para a condução de atividades pacíficas, dentro e fora da atmosfera;

⁵⁷

Acrônimo para *National Air and Space Administration* (Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço).

6. Tornar disponíveis para as agências diretamente envolvidas com a segurança nacional de descobertas que tenham significativo valor militar, e o fornecimento de informações para a Agência estabelecida para dirigir e controlar atividades aeronáuticas e espaciais não militares;
7. Cooperação, pelos Estados Unidos, com outras nações e grupos de nações em trabalhos feitos de acordo com esta lei e na aplicação pacífica dos resultados decorrentes;
8. A mais efetiva utilização dos recursos científicos e de engenharia dos Estados Unidos, no sentido de evitar a duplicação de esforços, instalações e equipamentos.

Um novo conjunto de habilidades gerenciais seria necessário para conduzir um programa de tal magnitude, mas as condições singulares de sua criação deram à NASA uma personalidade própria e a independência necessária para dar cabo do desafio, pois contava com amplo apoio popular e alto engajamento político garantido pelo Congresso.



Figura 11 - Dr. Wernher von Braun (centro) explica o funcionamento do foguete Saturno ao Presidente John Kennedy (à direita). À esquerda de von Braun está Robert Seamans, administrador da NASA (ESTADOS UNIDOS, 2015).

Montenegro (1997) argumenta que apesar da ainda evidente defasagem tecnológica em termos de propulsão de foguete em relação à União Soviética, a NASA adotou e passou a conduzir unificadamente os projetos oriundos das forças armadas, bem como recebeu via transferência completa os 8.000 funcionários da antiga NACA⁵⁸, 200 do Projeto Vanguard⁵⁹, todo o Laboratório de Propulsão a Jato⁶⁰ e toda a

⁵⁸ Acrônimo para *National Advisory Committee for Aeronautics* (Comitê Nacional de Aconselhamento sobre Aeronáutica), órgão criado em 1915 para institucionalizar e promover o desenvolvimento aeronáutico nos EUA. Foi extinto com a criação da NASA.

⁵⁹ Programa de lançamento de satélites da Marinha dos Estados Unidos.

⁶⁰ Centro de Pesquisa e Desenvolvimento criado e financiado pelo governo americano desde 1936, em Pasadena, na Califórnia.

equipe de Wernher von Braun⁶¹ (5.000 pessoas). Essas condições, somada à continuada pressão e necessidade de transparência nos gastos, forçaram os gestores da NASA a criar eficientes mecanismos de gerenciamento de projetos: enquanto um escritório central tem a responsabilidade pela condução global do programa, a responsabilidade gerencial de cada projeto é distribuída entre os diversos centros de pesquisa pelo país. O escritório central é responsável por coordenar as gerências de todos os projetos, controlando de forma unificada. O mesmo autor registra:

1. Seleção e obtenção de foguetes: a NASA estipula os requisitos funcionais dos foguetes, utiliza seus centros de pesquisa para desenvolver as tecnologias e contrata empresas para fabricarem as partes;
2. Projeto e execução do veículo espacial: a NASA estipula os requisitos funcionais do veículo espacial (satélite, cápsula, etc), utilizando seus centros de pesquisa para desenvolvimento tecnológico e contratando a indústria para a fabricação de peças;
3. Testes de integração do veículo espacial: como sistemas e subsistemas são desenvolvidos em centros de pesquisa e empresas diferentes, é necessário integrá-los e realizar testes de funcionamento pleno;
4. Planejamento detalhado da missão: data e hora de lançamento, altitude de operação, tempo de voo do foguete, tempo em órbita, data e hora de pouso;
5. Lançamento do veículo espacial: acoplagem do veículo no lançador, montagem do lançador na plataforma, abastecimento do lançador, isolamento da área, telemetria do lançamento;
6. Rastreamento e aquisição dos dados em rede mundial: montagem e operação de estações de solo para recepção de dados. Tanto em território nacional quanto no estrangeiro;

⁶¹ Cientistas alemães trazidos para os Estados Unidos no fim da Segunda Guerra Mundial.

7. Recuperação do veículo espacial: assegurar local seguro para pouso do veículo, coordenar equipes de resgate, recuperar dados armazenados no veículo, recolhimento e armazenamento do veículo.

A administração da NASA está ligada diretamente ao executivo nacional e tem seu orçamento anualmente aprovado pelo Congresso. A subordinação direta ao nível mais alto do governo permite a rápida execução de recursos e administração de ativos em projetos distintos de todas as espécies. O modelo da NASA tornou-se referência de eficiência gerencial em grandes programas espaciais (MONTENEGRO, 1997).

Europa

O ressurgimento econômico europeu dos anos 1950 permitiu que o continente pudesse retomar projetos científicos de grande escopo. Cientistas europeus com pesquisas espaciais realizaram estudos prospectivos e lançaram trabalhos com propostas de criação de programas espaciais em seus países. Contudo, havia a clara constatação de que em esforços individuais os países europeus jamais chegariam a competir com os gigantescos orçamentos de Estados Unidos e União Soviética.

Segundo Montenegro (1997), de uma reunião de proeminentes cientistas europeus, realizada em 1958 (ainda sob impacto do lançamento do Sputnik 1), surgiu a ideia da criação de um programa espacial conjunto europeu. Em 16 de abril de 1962, Bélgica, Reino Unido, França, Alemanha, Itália, e Holanda assinaram um acordo para criação da ELDO⁶², uma organização europeia de desenvolvimento de lançadores. Com o avanço do trabalho no lançador Europa-1, foi criada em 20 de março de 1964 a ESRO⁶³, organização europeia para desenvolvimento de aplicações espaciais, notadamente satélites. Entre 1968 e 1972, os europeus foram capazes de projetar e colocar em operação sete satélites, utilizando lançadores norte-americanos.

O esforço conduzido em separado, todavia, não se mostrou satisfatório. Era evidente que havia a necessidade de tornar o setor espacial europeu independente das duas grandes potências. As

⁶² Acrônimo para *European Launch Development Organization* (Organização Europeia de Desenvolvimento de Lançadores).

⁶³ Acrônimo para *European Space Research Organization* (Organização Europeia de Pesquisa Espacial).

prioridades europeias distanciavam-se, de certa maneira, daquelas norte-americanas e soviéticas, o que sugeria a criação de uma agenda própria para o cumprimento de objetivos. Particularmente, o desenvolvimento desapontador dos lançadores da ELDO forçava a tomada de uma atitude. Em 30 de maio de 1975 um acordo foi firmado por Bélgica, Dinamarca, França, Alemanha, Itália, Holanda, Espanha, Suécia e Reino Unido, formalizando a fusão da ESRO e ELDO, criando a Agência Espacial Europeia (ESA) (MONTENEGRO, 1997).

Previamente, convenções haviam mostrado que os países europeus tinham visões destoantes quanto a lançadores, satélites e outras aplicações espaciais, sendo necessária uma coordenação mais ampla para atingir-se um ponto comum. Uma agência espacial unificada poderia também realizar um uso mais efetivo dos fundos destinados ao setor. A ESA passou a ser o organismo para o qual seriam submetidos os projetos espaciais nacionais, propiciando aos parceiros um amplo conhecimento das várias ideias, o que encorajava a colaboração e a coordenação de esforços (MONTENEGRO, 1997):

A ESA não foi instituída para ser somente uma sucessora para a ESRO e a ELDO. Apesar de haver herdado seus acervos, seu objetivo é muito mais amplo. É seu objetivo "favorecer e promover, para propósitos exclusivamente pacíficos, a cooperação entre os Estados europeus no campo da pesquisa e tecnologia espacial e suas aplicações:

- 1) pela elaboração de uma política europeia de longo prazo e de acordo com as políticas dos Estados Membros, tendo em vista outras organizações e instituições nacionais e internacionais;
- 2) pela elaboração e implementação de um programa espacial europeu comum;
- 3) pela coordenação entre o programa espacial europeu comum e os programas nacionais, e pela integração destes, progressivamente e tão completamente como possível, ao programa europeu comum, em particular com respeito ao desenvolvimento e construção de satélites de aplicação;

4) pela formulação e pela aplicação de uma política industrial apropriada e coerente.

A ESA é chefiada por um Conselho e um Diretor Geral, que é apoiado por uma assessoria. O Conselho elege seu Presidente para um mandato de dois anos, e cada país parceiro tem direito a votar. O Conselho aprova os programas a serem executados e os planos de trabalho anuais da ESA. Aprova também o orçamento quinquenal e o financiamento para cada programa(MONTENEGRO, 1997).



Figura 12 - Foguete Ariane 5 decola do Centro Espacial da ESA em Kourou, na Guiana Francesa (CLARK, 2015).

Existe um Conselho de Programa, para cada programa da ESA, com poderes decisórios sobre os aspectos que o afetem. Esses conselhos são compostos por representantes de todos os países que tomam parte no programa. Os países-membros dividem as despesas com base numa

escala estabelecida na receita nacional. Em cada país-membro, agências ou ministérios são os responsáveis pela execução e supervisão dos projetos, que podem contratar institutos de pesquisa e empresas privadas para desenvolver tecnologias e fabricar componentes (MONTENEGRO, 1997).

Funcionando com essa estrutura, os europeus consolidaram o desenvolvimento da família de lançadores Ariane e criaram uma potente base industrial espacial que hoje desfruta de grande parcela do mercado mundial de aplicações espaciais comerciais. A ESA utiliza o Centro Espacial da Guiana Francesa para o lançamento do foguete Ariane 5, que é atualmente uma das plataformas mais confiáveis para a colocação em órbita geoestacionária de satélites de comunicação. A Agência Espacial Europeia também destaca-se na construção de sondas de exploração do sistema solar (MONTENEGRO, 1997).

Brasil

Inseridos no mesmo contexto de choque e deslumbramento com o feito soviético do Sputnik 1 em 1957, os cientistas espaciais brasileiros, assim como os americanos e europeus, passaram a considerar a inserção do próprio país nas pesquisas espaciais como objetivo a ser atingido em pouco tempo. O Brasil acompanhou atentamente as respostas norte-americanas aos feitos soviéticos, e as respostas destes últimos aos novos desafios. Como país de parque industrial incipiente e dependente de importações tecnológicas, o Brasil pouco podia fazer enquanto seus cientistas não desfrutassem de efetivo apoio estatal. Em 20 de fevereiro de 1961 o Professor Luiz de Gonzaga Bevilacqua, presidente da Sociedade Interplanetária Brasileira (SIB), entregou ao Presidente Jânio Quadros, de quem era amigo pessoal, uma carta sugerindo a criação de uma instituição brasileira dedicada à pesquisa espacial. Quadros, que já havia visitado a União Soviética e era um entusiasta das conquistas espaciais, assistiu entusiasmado no dia 12 de abril de 1961 o soviético Yuri Gagarin tornar-se o primeiro homem a voar no espaço. Gagarin tornou-se uma celebridade mundial instantânea e engajou-se imediatamente numa campanha de divulgação do Programa Espacial Soviético por diversos países. Foi recebido em Brasília por Jânio Quadros em 2 de agosto de 1961. No dia seguinte, o Presidente assinou o decreto que criou o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), o embrião das pesquisas espaciais brasileiras (ESCADA, 2010).

O novo órgão tinha por função dotar o país de uma infraestrutura capaz de realizar trabalhos relativos à exploração pacífica do espaço exterior, bem como formar um corpo técnico de pesquisadores capazes de promover a colaboração com outros países já ativos em atividades espaciais. Ao GOCNAE foi também dado o encargo de criar a Política Espacial Brasileira e a legislação correspondente, o que fazia dele um órgão executor e normativo ao mesmo tempo:

O GOCNAE possuía, portanto, atribuições de agência coordenadora de política setorial e, ao mesmo tempo, características de uma instituição executora de pesquisa. Deveria ter uma existência curta e transitória, dada a responsabilidade de organizar o setor, definindo o perfil da entidade responsável pela coordenação da política espacial, bem como o da instituição executora da pesquisa neste campo do conhecimento. O que deveria ser transitório tornou-se definitivo e abrangendo uma série de atividades (ESCADA, 2010).

Ao contrário do que ocorrera nos Estados Unidos, a definição da Política Espacial do Brasil não passou por discussão ampla nas esferas políticas, tendo sido definida exclusivamente pelo grupo de cientistas e militares que compunham o GOCNAE – um órgão que era subordinado ao Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq). Esta decisão terá peso preponderante nos moldes que o Programa Espacial Brasileiro assumiria nas décadas seguintes, tanto em seus pontos altos quanto baixos, distanciando-o e distinguindo-o dos casos norte-americano e europeu. A decisão de não participar a sociedade em seus diversos níveis e atores transportou-se para a identidade do Programa Espacial como uma atividade exclusivista e sem empatia popular:

Conscientemente ou inconscientemente, deliberadamente ou inadvertidamente, as sociedades escolhem tecnologias que influenciam, por um longo tempo, como as pessoas vão trabalhar, se comunicar, viajar, consumir, e assim por diante. No processo pelo qual as decisões

estruturantes são feitas, diferentes pessoas estão diferentemente situadas e possuem diferentes graus de poder assim como diferentes níveis de consciência. De longe, a maior latitude de escolha existe no primeiro momento em que uma técnica, sistema ou instrumento particular é introduzido. Uma vez que os compromissos iniciais são assumidos, as escolhas tendem a se tornar fortemente fixadas no equipamento material, no investimento econômico e no hábito social, e assim, a flexibilidade original desaparece para qualquer propósito prático. Neste sentido, inovações tecnológicas são similares a atos legislativos ou ações políticas básicas que estabelecem uma estrutura de ordem pública que pode durar por muitas gerações (WINNER, 2015).

Em 1963 as atividades de organização foram dadas como cumpridas e o órgão passou a informalmente ser chamado de Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), nomenclatura que nunca desfrutou de existência formal. Sendo assim, ao mesmo tempo em que se considerava madura, a CNAE ainda podia agir como normativa e organizadora das próprias atividades que realizava (ESCADA, 2010).

O Ministério da Aeronáutica, que em 1963 tentou iniciar junto à indústria o desenvolvimento autônomo de pequenos foguetes de sondagem, usou de sua prerrogativa de controle da pesquisa aeronáutica – materializada no Departamento de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica (DCTA) – para iniciar seu próprio núcleo de desenvolvimento de foguetes, o Grupo Executivo de Trabalhos e Estudos de Projetos Espaciais (GETEPE) em 1964. O objetivo inicial desse grupo era o desenvolvimento de foguetes de sondagem, cuja tecnologia pudesse eventualmente ser utilizada na fabricação de mísseis. Dessa forma configuravam-se duas vertentes de pesquisas espaciais no Brasil, sem alinhamento de objetivos comuns, com estruturas e orçamentos separados, uma de natureza civil e outra militar (PEREIRA, 2008).

A subida dos militares ao poder em 1964 evidenciou um novo tipo de pensamento estratégico para o Brasil – o da segurança nacional

aliado ao desenvolvimento tecnológico e industrial do país. O setor espacial foi considerado essencial para a garantia da segurança nacional. O mesmo fato político, também, ampliou a rivalidade entre os braços civil e militar do setor espacial: havia uma crescente disputa de prerrogativas entre a CNAE, que respondia ao CNPq, e o Ministério da Aeronáutica, que chegou a sugerir a incorporação do centro de pesquisas civil ao GETEPE. Essa incorporação foi evitada somente devido aos esforços pessoais de Fernando de Mendonça, diretor-geral da CNAE, junto ao círculo mais alto do poder em Brasília. No fim, a proposta de incorporação foi rejeitada devido à relevância da pesquisa realizada na CNAE, reconhecida internacionalmente, bem como a importância da manutenção de uma instituição de pesquisa de natureza civil para o setor, cuja estrutura facilitava a cooperação com institutos estrangeiros mais avançados (ESCADA, 2010).



Figura 13 - Coronel Janvrot, Coronel Tedesco, Marechal Eduardo Gomes (Ministro da Aeronáutica) e Fernando de Mendonça (diretor da CNAE) no dia da inauguração da Barreira do Inferno, 1965. O Ministério da Aeronáutica tentou absorver todo o setor espacial brasileiro sob seu controle no fim dos anos 1960, fato que foi evitado pelas boas conexões políticas de Mendonça (BRASIL, 2015b).

Segundo Escada (2010), uma solução mais definitiva para o problema foi estipulada na Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (PNDAE), publicada pela Presidência da República em 1970, sob auspícios do Conselho de Segurança Nacional. Reconhecida a incapacidade da CNAE em realizar uma de suas missões principais, ou seja, a de regulamentar e comandar o setor espacial, esta instituição deveria perder sua capacidade normativa e concentrar-se apenas em pesquisa. Em seu lugar, seria criado um órgão de assessoria, supraministerial e ligado diretamente à Presidência, denominado Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE).

A COBAE, oficialmente criada em 20 de janeiro de 1971 pelo Decreto nº 68.099, era composta de representantes de 11 ministérios, indicados por seus respectivos titulares, devendo ser “autoridades de alta categoria funcional e elevada capacidade técnica-profissional”. A presidência do órgão era sempre ocupada por um militar, o Chefe de Estado-Maior das Forças Armadas. Segundo Paulo Augusto Sobral Escada (2010), eram atribuições da COBAE:

- a) Submeter ao Presidente da República propostas de diretrizes para a consecução e atualização da Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais;
- b) Emitir pareceres e sugestões, relativos ao assunto de atividades espaciais, a serem submetidos à apreciação do Conselho de Segurança Nacional, ou quando determinados pelo Presidente da República;
- c) Sugerir a destinação de recursos financeiros, para incrementar o desenvolvimento das atividades espaciais, por meio de dotações orçamentárias ou de outras fontes, internas ou externas;
- d) Apreciar e submeter à consideração do Presidente da República o planejamento e os programas plurianuais e anuais de atividades espaciais, propondo prioridades para os projetos que os integram;

- e) Coordenar, em ligação com o Ministério do Planejamento e Coordenação Geral, os programas setoriais, civis e militares;
- f) Realizar a coordenação superior dos programas de cooperação externa;
- g) Acompanhar a execução da programação estabelecida;
- h) Elaborar projetos de atualização da legislação em vigor, relativa aos assuntos das atividades espaciais, de modo a ajustá-la ao estabelecido nas Diretrizes Gerais para a “Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais”.

A COBAE, curiosamente, apesar de sua estrutura burocrática de inspiração “técnica”, devendo ser o órgão consultivo máximo e coordenador dos esforços do setor, manteve os diretores os institutos de pesquisa – civis e militares – ausentes da maioria de suas reuniões. A capacidade do órgão em alinhar seu discurso com a prática das instituições de pesquisa muitas vezes foi prejudicada por esse afastamento:

Os diretores das instituições de pesquisa dedicadas às atividades espaciais poderiam ser convocados pelo presidente da COBAE para participar de reuniões do conselho na qualidade de assessores. Na realidade, a participação dos diretores do INPE e do IAE nas reuniões da COBAE passou a ser uma constante apenas no final dos anos 1970. Tal participação ocorria na qualidade de assessores do representante do CNPq, no caso do INPE, e do Ministério da Aeronáutica, no caso do IAE. Antes disso, a presença dos diretores dos órgãos executores nas reuniões era muito rara (ESCADA, 2010).

No mesmo ano de 1971 o governo federal lançou o I Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND)⁶⁴, com abrangência para os anos

⁶⁴

Lei nº 5.727 de 4 de novembro de 1971.

de 1972 a 1974. O objetivo principal era preparar a infraestrutura nacional necessária para o crescimento do país nas décadas seguintes, com ênfase nos setores de transporte e telecomunicações, mas também prevendo vultosos investimentos em ciência e tecnologia.

A importância estratégica do programa espacial para a linha de pensamento do governo federal fica explícita no detalhamento de diretrizes e funções dos órgãos competentes dentro do I PND, como se observa, chegando o ponto de detalhar os projetos a serem trabalhados no período de abrangência (MONTENEGRO, 1997):

Com o funcionamento da Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), as pesquisas relacionadas com as atividades espaciais ganharão maior dimensão e melhor sistematização. A COBAE, como órgão complementar do Conselho de Segurança Nacional, desempenha funções normativas e de assessoramento do Presidente da República, sugerindo-lhe o estabelecimento de diretrizes para cumprir-se e atualizar-se o Plano Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE). O INPE conduzirá, no triênio, projetos de pesquisa nas seguintes áreas: geodésia geométrica e dinâmica, incluindo a utilização de laser para rastreamento de satélite (GEOS); meteorologia, com estações receptoras de fotografias tiradas por satélites, radiossondagem e radiação, e também foguetes de sondagem; ciência espacial, com foguetes de sondagem e estudos de processos fotoquímicos mediante radiopropagação em tungstênio; estudos de viabilidade de implantação de sistema educacional via satélite, dentro do programa da Comissão Interministerial de Sistemas Avançados de Tecnologias Educacionais (SATE); geomagnetismo com utilização de magnetômetro automático e processamento por computador; geofísica com utilização de laser; pesquisas com balões estratosféricos, para telemetria de fótons de alta energia;

pesquisa de ruídos atmosféricos para prever o efeito da interferência em radiocomunicações e para estudos de propagação de baixas frequências e de camadas mais baixas da ionosfera; aplicação de sensores remotos; estudos de radioastronomia, especialmente pela observação dos fenômenos solares em rádio-frequência e suas correlações com distúrbios ionosféricos; estudos da ionosfera terrestre por meio de radiossondagem (SONDA).

Para levar a cabo as metas de desenvolvimento tecnológico e científico estipuladas no I PND, o governo federal decidiu criar um sistema integrado de todas as instituições de pesquisa usuárias de recursos governamentais, que seria regido pelo I Plano Básico de Desenvolvimento de Científico e Tecnológico (I PBDCT)⁶⁵. Este plano, um nível abaixo do PND, estabelece como seriam gastos os recursos governamentais com ciência e tecnologia no setor espacial, para os anos de 1973 e 1974, englobando os diversos ministérios envolvidos (MONTENEGRO, 1997):

III. 2 - Atividades Espaciais

Dispêndios Programados

Cr\$ 252 milhões, sendo Cr\$ 114 milhões em 1973 e Cr\$ 138 milhões em 1974.

Projetos Prioritários

Elenco:

Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE

1. Projeto SERE;
2. Pesquisa Fundamental;

⁶⁵

Decreto nº 72.527 de 25 de julho de 1973.

3. Análise de Sistemas.

Ministério da Marinha

4. Implantação de Sistemas de Teleprocessamento;
5. Técnicas de Navegação por Satélite;
6. Pesquisa com Sensores Remotos;
7. Formação de Pessoal para Atividades Espaciais.

Ministério do Exército

8. Aquisição de Tecnologia em Mísseis Teledirigidos;
9. Implantação do Laboratório de Propelentes Sólidos;
10. Implantação do Sistema de Provas para Mísseis Táticos.

Ministério da Aeronáutica

11. Pesquisa e Desenvolvimento de Sondagens Aerológicas;
12. Foguetes de Sondagem.

Ministério das Comunicações

13. Satélite Doméstico de Comunicações.

Mais uma vez percebe-se o alto grau de precisão na descrição de projetos espaciais a serem desenvolvidos, com evidente destaque

para os projetos militares. Esse destaque é corroborado pela crescente militarização da importância do programa espacial a partir de meados dos anos 1970. Conjugado com o programa nuclear, havia a expectativa de que o progresso no desenvolvimento de lançadores pudesse gerar a tecnologia nacional necessária para a evolução do setor brasileiro de fabricação de mísseis. A ligação entre segurança nacional e desenvolvimento era indissolúvel na visão da Escola Superior de Guerra, sendo impossível tratá-los como fenômenos diferentes.



Figura 14 - Construção da antena de recepção de dados de sensoriamento remoto em Cuiabá-MT, 1972. Projeto executado dentro do I Plano Nacional de Desenvolvimento (BRASIL, 2015d).

Como resposta à primeira Crise Internacional do Petróleo em 1973, que interrompeu o “Milagre Econômico” brasileiro, o governo federal lançou o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) em setembro de 1974, com abrangência para os anos de 1975 a 1979. Com o objetivo principal de estimular a produção de insumos básicos, bens

de capital, alimentos e energia, o plano obteve sucesso parcial, uma vez que o Brasil dominara, pela primeira vez em sua história, todo o ciclo de produção industrial. Foi também o período de consolidação da indústria armamentista brasileira. Um reflexo do período pode ser lido nas próprias diretrizes do II PND para o setor espacial, que enfatiza com clareza as prerrogativas militares do mesmo:

O Programa Espacial deverá ser coordenado pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), envolvendo as atividades espaciais de interesse militar e as voltadas para a utilização de tecnologia espacial para o desenvolvimento (sensoriamento remoto, comunicações, estudos meteorológicos, etc) (MONTENEGRO, 1997).

Mais uma vez, para organizar as instituições de pesquisa nacionais para fazer cumprir as determinações do II PND, a Presidência da República emitiu o II Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (II PBDCT)⁶⁶, que segue bastante detalhista na descrição dos projetos a serem cumpridos neste período, com especial destaque para o programa de mísseis. Os foguetes do CTA vêm em terceiro lugar (MONTENEGRO, 1997):

- Aquisição de Tecnologia em Materiais para Mísseis Teledirigidos.
- Completação do Sistema de Provas para Mísseis Táticos (Marambaia⁶⁷).
- Desenvolvimento de Foguetes (CTA).
- Implantação de Usina-Piloto de Propelentes Sólidos (MExer⁶⁸).
- Implantação e Operação de Laboratório de Processos de Combustão (INPE-CNPq).
- Estudo da Decomposição Catalítica dos Percloratos de Amônia e Lítio (MExer.).

⁶⁶ Decreto nº 77.355 de 31 de março de 1976.

⁶⁷ Campo de testes de armas do Exército no Rio de Janeiro.

⁶⁸ Ministério do Exército.

- Satélite Científico (INPE-CNPq).
- SERE/LANDSAT (INPE-CNPq).

Não obstante, o mesmo documento discorre com detalhes sobre o planejamento político para o Programa Espacial Brasileiro (MONTENEGRO, 1997):

III.2 - Atividades Espaciais

Definições políticas:

Conforme especificado no II PND, o Programa Espacial deverá ser coordenado pela Comissão Brasileira de Atividades Espaciais - COBAE, envolvendo as atividades espaciais de interesse da segurança e as voltadas para a utilização da tecnologia espacial para o desenvolvimento econômico e social (sensoriamento remoto, comunicações, estudos meteorológicos, etc).

As diretrizes estabelecidas pela COBAE visam, principalmente, a dar prosseguimento e ampliar a formação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal técnico especializado para as atividades no campo espacial. Isso é essencial para que possam intensificar os estudos e pesquisas básicas no setor e para prosseguir na pesquisa e desenvolvimento de sistemas, dispositivos e materiais estratégicos necessários à indústria aeroespacial.

Além do mais, permeando toda a atividade do setor, está o objetivo de desenvolver e adaptar a tecnologia importada às condições do país.

Destacam-se, no setor, os seguintes objetivos:

- possibilitar a participação crescente do Brasil no campo das atividades espaciais;
- desenvolver a infra-estrutura básica de engenharia nos campos da propulsão, aerodinâmica e

instrumentação e controle, merecendo atenção formação e o aperfeiçoamento de recursos humanos;

- desenvolver o uso das técnicas espaciais no levantamento de recursos naturais, na previsão meteorológica e na obtenção e tratamento de dados geodésicos para fins cartográficos;
- desenvolver sistemas e métodos de comunicação por satélite;
- adaptar a tecnologia importada às condições nacionais.

O III Plano Nacional de Desenvolvimento (III PND) com vigência entre 1979 e 1985 foi menos quantitativo que os anteriores, reflexo da aguda crise econômica que o país enfrentava. Foi publicado no mesmo período em que o Presidente João Figueiredo aprovou a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que visava dotar o país da capacidade total de projetar e lançar ao espaço seus próprios satélites. O aspecto mais genérico e com objetivos de longo prazo (para além da vigência estipulada do documento), marcam também o III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (III PBDCT), com vigência de 1980 a 1985:

O Brasil vem procurando acompanhar os grandes avanços alcançados pelos outros países na área espacial. O programa espacial brasileiro já ocupa hoje pelos resultados obtidos e pela capacitação estabelecida no País, uma posição de destaque no cenário internacional e encontra-se, atualmente, em situação privilegiada para dar passos mais arrojados, que o colocarão no patamar ocupado pelos países mais avançados no setor. (...)

O Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), coordenado pela

Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), consolida uma posição bem definida do Governo buscando capacitar recursos humanos em todos os níveis, coordenar a ação dos institutos de pesquisa voltados para o campo espacial e engajar o parque industrial brasileiro para a produção de veículos propulsores, satélites e equipamentos de infra-estrutura de superfície, intensificando a fixação de novas tecnologias necessárias ao setor e o aparelhamento da indústria nacional, a fim de reduzir a dependência tecnológica, promover o desenvolvimento e reforçar o atendimento das exigências básicas da segurança nacional.

O grau de maturidade a que já atingiram instituições brasileiras de pesquisa e desenvolvimento e segurança nacionais e aos programas de aplicação existentes, estão a exigir que satélites nacionais, mais adequados à realidade brasileira, sejam projetados, construídos no País e colocados em órbita, por um lançador projetado e construído no País, a partir de uma base de lançamento localizada em território brasileiro, deverá ser um dos pontos altos da política a ser seguida pelo PNAE, nos próximos anos.

Além disso, será buscado o aprimoramento da utilização das técnicas espaciais em suas diversas aplicações (sensoriamento remoto, meteorologia e comunicações, principalmente) de relevante interesse social, econômico e de segurança, bem como serão intensificados os esforços que acarretem um desenvolvimento científico compatível na área espacial e abreviem a obtenção do inteiro domínio da tecnologia espacial (MONTENEGRO, 1997).

Após estabelecer a MECB como o carro-chefe do programa espacial daquele ponto em diante, o III PBDCT continua apresentando

outros projetos que compunham o plano de trabalho do setor, notadamente no campo dos satélites (MONTENEGRO, 1997):

Aplicações Espaciais

- desenvolvimento e construção de estações terrenas de telecomunicações via satélite, a serem utilizadas na rede de segurança nacional, proteção ao voo e defesa aérea, auxílio à meteorologia, serviço móvel marítimo e para o serviço público de telecomunicações;
- adaptações e modificações necessárias para que o País continue a receber, processar e disseminar as imagens de todos os satélites de sensoriamento remoto e meteorológicos de interesse;
- desenvolvimento de metodologias de utilização das imagens obtidas pelos satélites de sensoriamento remoto, no levantamento e monitoramento de recursos naturais e flagelos, análise do meio ambiente, uso da terra e cartografia;
- desenvolvimento e construção de sistemas sensores para uso em plataformas espaciais;
- estabelecimento de modelos de previsão de tempo e clima a longo prazo, utilizando, ao lado dos dados convencionais, aqueles obtidos por satélites meteorológicos;

- utilização de satélites de geodésia e de navegação.

Pesquisa Fundamental e Aplicada

- a) realização de pesquisas nas áreas de ciência espacial e da atmosfera, meteorologia, climatologia e comunicações;
- b) projeto e construção de cargas úteis científicas para balões estratosféricos, foguetes e satélites.

O fim do governo militar levou à queda de prioridade do setor espacial como estratégico para a condução do projeto de nação. Ao mesmo tempo, acentuou-se a diminuição drástica de orçamento do setor, que abalou sobremaneira o andamento dos projetos da MECB e causou debandada de recursos humanos. Externamente, o setor espacial foi duramente castigado pelas restrições impostas pelo Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR)⁶⁹, assinado em abril de 1987 pelas principais potências aliadas dos Estados Unidos, visando inibir o desenvolvimento de mísseis balísticos em escala mundial. Os americanos consideram o Programa Espacial Brasileiro como primordialmente de natureza militar, e impuseram ao Brasil um severo embargo de venda de peças e tecnologias relacionadas ao uso espacial (ESCADA, 2010).

Para diminuir a influência dos militares no setor e mostrar um sinal de boa-fé ao estrangeiro – como também numa tentativa de reorganizar e dar forma ao mesmo – o governo brasileiro criou a Agência Espacial Brasileira em 10 de fevereiro de 1994, subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia. O novo órgão, cuja criação extinguiu a COBAE, teria por função elaborar e atualizar a Política Espacial brasileira e coordenar os esforços dos diversos órgãos que compõem o setor espacial, assumindo para si a atribuição de receber e repassar todo o orçamento anual dedicado à pesquisa espacial no país. A COBAE, por sua vez, nunca de fato gerenciou as atividades espaciais, dado o distanciamento de seu corpo burocrático da direção dos institutos de pesquisa. Também, a COBAE nunca buscou recursos para a

⁶⁹

Acrônimo para *Missile Technology Control Regime* (MTCR).

execução do programa, e os recursos não eram por ela executados (MONTENEGRO, 1997).

Política Espacial Brasileira

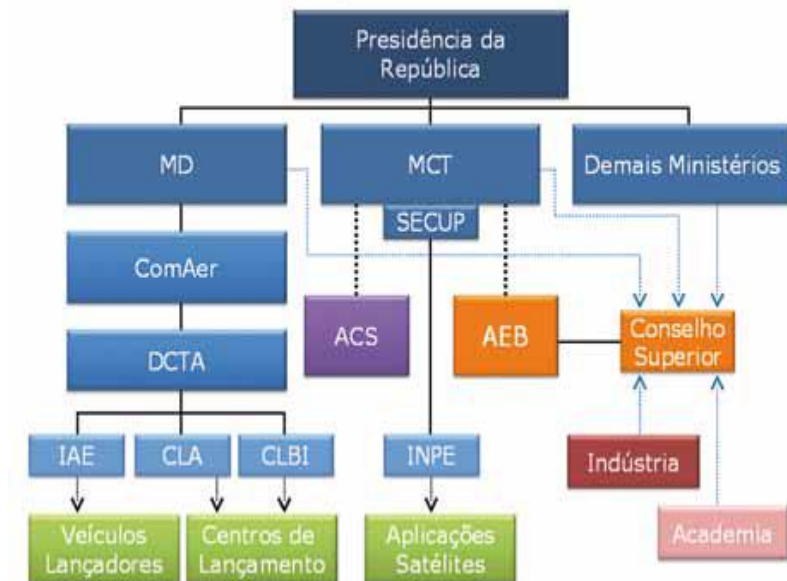


Figura 15 - A atual estrutura organizacional do setor espacial brasileiro. Percebe-se que os institutos de pesquisa como o IAE e o INPE não são formalmente subordinados à AEB, mas têm seus orçamentos executados por ela (BRASIL, 2010).

A AEB, todavia, ao contrário da NASA em sua criação, não recebeu para si o total de recursos humanos e de infraestrutura do setor espacial nacional – apenas coordena as unidades organicamente. Seu próprio corpo burocrático é pequeno e composto de servidores oriundos de diversos outros órgãos. A ausência de um corpo técnico condizente com as atribuições, e seu distanciamento gerencial no que concerne ao planejamento plurianual dos institutos, efetivamente diminui sua eficácia como norteadora do Programa Espacial Brasileiro, conforme relata P04:

Antes de existir a AEB, funcionava o INPE e o IAE. Tinha sempre briga, porque

um era civil, outro militar, então havia certo resquício da época dos militares, mas de alguma forma, pelo menos num nível técnico, as pessoas se entendiam. Se comunicavam, faziam seus planos de projetos conjuntos e sabiam da situação. Com a criação da AEB, até isso se perdeu. Porque hoje em dia a AEB se considera a coordenadora do setor espacial brasileiro, mas de fato não é. Está escrito na lei, mas ela não consegue fazer isso. Então, nesse sentido, essa maior capacidade que o INPE tem, com seus 1000 funcionários – que são 80% técnicos, muito experientes, com formação acadêmica aqui dentro mesmo – tem muito mais condições técnicas de fazer um programa como o PNAE junto ao IAE, mas até isso se perdeu. Hoje o INPE não faz isso, ele é subordinado à AEB pra fazer essas coisas, até pra receber o orçamento. Todo o orçamento do setor espacial vem através da AEB, do setor de meio ambiente vem direto do MCT – então veja, é um absurdo, parece que temos dois padrões: a AEB e o MCT. Sendo que o dinheiro da AEB vem do MCT, e apenas é repassado pra gente. Então, eu não diria redundância, mas existe um nível desnecessário a mais, entende? Se fosse uma organização que tivesse autoridade pra ser a organizadora, que fosse levada a sério, se fosse respeitada, que as decisões sejam viáveis e críveis, eu acho que não haveria problema nenhum. Mas da maneira como foi criada e como está, não funciona simplesmente. Não é redundância, criou-se um degrau a mais entre o INPE e o MCT que na minha opinião só atrapalha. Na AEB hoje tem apenas um punhado de pessoas que entendem do assunto espacial. São 100 funcionários, todos vindos de outros órgãos, um que brigou com o chefe no ministério da agricultura e vai pra AEB... É muito sofrido pra gente aqui, a gente não tem interlocução de discussão

técnica, é sempre discussão burocrática, administrativa, ficam falando de leis, legislação, advogado... Então, a AEB não tem a menor competência técnica pra ser coordenadora do programa espacial – isso é unânime aqui, se você perguntar pra 100 pessoas aqui no INPE, 100 pessoas vão te responder a mesma coisa.

A visão crítica do papel do governo na falta de uma ação de reorganização do setor espacial é compartilhada por P01, que ressalta a importância do governo federal como principal ator deste campo. A predominância do papel do Estado no setor permite evocar Bourdieu (2005), que atesta que os agentes de um campo não agem livremente, nem podem desenvolver suas estratégias livres de pressões, pois seu espaço de possibilidades depende estreitamente da posição que ocupam no campo. Ou seja: no setor espacial, o Estado sempre submete os outros atores às suas ações, visto que sua importância é fundamental e inexorável. Num cenário ideal, o Estado deveria disponibilizar o financiamento adequado e atuar no estabelecimento de metas junto aos institutos e às empresas:

A estrutura poderia ser melhorada. O mundo vai avançando e o programa precisa de nova infraestrutura, de estrutura legal. Mas se houver compromisso do governo, mesmo com a estrutura atual, é possível fazer funcionar. As pessoas precisam entender que o programa é governamental. Se o governo não se mexe, nada acontece. O profissional que está lá, pensa: eu bato meu ponto, faço minhas pesquisas dentro das minhas possibilidades, mas só vou apresentar algum resultado se eu receber os recursos necessários. Se não, vou empurrando meu projeto com a barriga. E é dessa forma que está acontecendo. O VLS já devia ter voado. No final do governo Lula, o pessoal do DCTA foi à Brasília e os avisou de que não havia mais nenhum problema tecnológico impedindo o lançamento do foguete. Mas era necessário que o governo tivesse compromisso na liberação de

recursos no prazo determinado, para que essas dificuldades fossem vencidas. Para que os protótipos fossem fabricados. A questão não era mais tecnológica, e sim de recursos para construir os protótipos. E aí fecharam um contrato com a Mectron para entregarem as redes elétricas, e que a Mectron não conseguiu entregar até hoje. Foi outra dificuldade que surgiu. Mas se houvesse cobrança do governo a empresa iria entregar sim. Como o governo não cobra, nada acontece. Não temos um programa espacial verdadeiro porque o governo não quer.

Uma possível saída para a estagnação observada no setor espacial brasileiro poderia ser sua efetiva reorganização em uma única agência, nos padrões norte-americanos da NASA. Já os europeus, que à semelhança do Brasil também iniciaram seu programa espacial em duas agências separadas (uma para foguetes e outra para satélites), perceberam o erro dessa abordagem após apenas 10 anos de execução, e decidiram unificar os esforços sob uma única agência, ainda na década de 1970. Em ambos os casos, colocou-se sob controle civil todo o setor, eliminando redundâncias gerenciais e otimizando o orçamento recebido. Sobre essa possibilidade argumentou P04:

Hoje existe um grande problema, que o setor de lançadores está na Aeronáutica e o setor de satélites está no setor civil – não é de hoje também, desde que se criou o programa espacial brasileiro que é assim. Você não tem um coordenador único, não tem uma autoridade a quem responsabilizar por alguma coisa. A AEB não faz isso, ela não tem autoridade organizacional sobre o IAE; o ideal seria que tivesse. Existe a Associação Aeroespacial Brasileira, que em 2010 fez um documento sobre o programa espacial brasileiro, e a proposta era que se fundisse a parte do IAE que lida com lançadores, o INPE e a AEB se fundissem numa única Agência Espacial Brasileira – como é a NASA, por exemplo. Eu acho que a

agência tem que ter a parte técnica e científica, não só a parte do programa, e sim o programa completo. Nasceria uma agência forte, já com 1500 funcionários, teria um orçamento excelente. Do jeito como está, você acaba tendo mau uso do orçamento, coisas repetidas, não otimiza. A estrutura, eu acho realmente que ela não funciona.

O setor espacial brasileiro, ainda que possua uma estrutura organizacional que procure centralizar sua organização e condução, ainda não obteve os benefícios esperados de tal controle. A Agência Espacial Brasileira não age como gerenciadora de fato, apenas como repassadora de fundos e intermediária entre os institutos de desenvolvimento e o Ministério de Ciência e Tecnologia. O baixo grau de prioridade dado pelo governo federal à condução das atividades dispostas no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) e à reestruturação efetiva de todo o setor, impacta diretamente na inabilidade deste em suas cumprir metas estabelecidas.

CAPÍTULO III

O Impacto Social na Academia

O Brasil carregou por mais de um século, após sua independência, o perfil de país puramente exportador de matérias-primas/produtos agrícolas e importador de produtos manufaturados. O grande pilar das exportações brasileiras durante o Império e a Velha República foi o café, que abastecia os grandes mercados mundiais e trazia riqueza aos cafeicultores – principalmente paulistas e cariocas. Tal base econômica refletiu também no pensamento tecnológico e científico vigente no país.

Sem nenhum tipo de institucionalização da ciência, o Brasil entrou no século XX como uma nação dependente de inovações e tecnologias desenvolvidas fora do país, sendo que os poucos esforços científicos realizados em território nacional tinham relação próxima com a indústria agrária – particularmente a do café. Foi o caso do desenvolvimento da vacina contra a febre amarela, um mal que empesteava o Rio de Janeiro, capital nacional e maior porto exportador de café, na passagem do século. Também pode-se dizer o mesmo sobre o desenvolvimento de métodos científicos nacionais para o combate de diversas pragas que atingiam as lavouras de café (ESCADA, 2010).

A quebra da bolsa norte-americana em 1929 levou à subsequente crise do café que desequilibrava a balança comercial brasileira, forçando mudanças políticas e econômicas no país. Com o início da Era Vargas entrou em cena o modelo de substituição de importações, no qual o Brasil elegia parceiros comerciais para troca de seus produtos primários por bens industrializados. Este modelo, também, não priorizava o desenvolvimento científico e tecnológico nacional. Segundo Paulo Augusto Escada (2010):

Era corrente o pensamento de que seria mais fácil importar produtos prontos, com tecnologia incorporada. Quando houvesse necessidade de mão-de-obra especializada, a solução seria trazer pessoal especializado de outros países. A estrutura econômica do país mantinha-se no mesmo curso do período colonial, configurando-se como um grande exportador de produtos

agrícolas e de matéria-prima e importador de produtos industrializados.

O modelo de substituição de importação viu, contudo, durante seu período de vigência, alguns dos primeiros esforços nacionais de desenvolvimento de ciência e tecnologia, com a fundação da Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade do Distrito Federal (UDF), ambas em 1934. A Academia Brasileira de Ciências também já havia, em 1931, solicitado ao Presidente Vargas a criação de um Conselho Nacional de Pesquisas para gerir as atividades de ciência e tecnologia no Brasil. As dificuldades institucionais do período, todavia, potencializadas pela mentalidade das classes dominantes e governistas, acabaram minando muitas das potencialidades dessas instituições, forçando o fechamento da UDF em 1939:

Essa incompreensão é o resultado da mentalidade que reinava há cerca de 30 anos, segundo a qual o Brasil deveria ser exclusivamente produtor e exportador de matérias-primas e importador de produtos manufaturados. Os resíduos dessa mentalidade ainda estão espalhados sob as mais variadas formas, procurando impedir o nosso processo histórico de libertação. O programa técnico-científico brasileiro deve buscar a cooperação com outros países, mas tem que repousar em bases humanas nacionais, adaptadas às nossas realidades com o objetivo do mais rápido desenvolvimento do país – desenvolvimento não a qualquer preço, mas visando ao bem-estar e à cultura do nosso povo e a independência de nossa nação (LOPES, 1958).

A Formalização da Ciência e Tecnologia no Brasil

Na década de 1940, o envolvimento brasileiro na Segunda Guerra Mundial colocou em evidência um segmento que vinha ganhando prestígio desde a Guerra do Paraguai: os militares. O Brasil, que vinha de uma longa tradição militar de escola francesa, basicamente viu toda sua estrutura doutrinária ser questionada com a rápida queda da

França perante a Alemanha em junho de 1940. Esse fator, somado ao crescente isolamento hemisférico americano, empurrou o Brasil para os braços dos Estados Unidos, e as Forças Armadas Brasileiras para a doutrina das Forças Armadas Norte-Americanas. No esforço de modernizar a aviação militar nacional e capacitá-la para defender o país de uma possível agressão estrangeira, Getúlio Vargas assinou o decreto que criou a Força Aérea Brasileira (FAB) em 20 de janeiro de 1941⁷⁰ (ESCADA, 2010).

As Forças Armadas dos Estados Unidos apoiavam-se pesadamente no desenvolvimento de ciência e tecnologia em sua estratégia de guerra. Institutos de pesquisa e universidades norte-americanas estavam diretamente envolvidas no esforço de guerra desenvolvendo novas tecnologias, materiais, melhorando processos e treinando especialistas⁷¹. Oficiais brasileiros iniciaram um extenso programa de estágios e intercâmbio em instituições militares e de pesquisa norte-americanas, que acelerou e cresceu após a entrada do Brasil na guerra em 22 de agosto de 1942. Dessa maneira, militares brasileiros travaram contato com o modelo de gestão de conhecimento em ciência e tecnologia vigente nos Estados Unidos, e muitos deles voltaram ao Brasil decididos a copiar aquele exemplo desenvolvido aqui (PEREIRA, 2008).

Um desses militares foi o então Tenente-Coronel Casimiro Montenegro Filho, ex-aviador do Exército transferido para a Força Aérea Brasileira. Montenegro foi enviado para estagiar no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) em 1943, travando contato com o intenso desenvolvimento científico e tecnológico daquele centro de pesquisas para a aviação militar norte-americana. Ele voltou ao Brasil no ano seguinte determinado a criar no país um centro de pesquisa à altura, e para tanto convenceu o Professor Richard Harbert Smith, à época chefe do Programa de Formação de Pilotos Civis do MIT, a vir para o Brasil auxiliá-lo.

O fim da guerra em 1945 e a eleição de Eurico Gaspar Dutra – um ex-militar – para a presidência da república solidificou as bases de um novo modelo, conhecido como “nacional-desenvolvimentismo”.

⁷⁰ Antes disso o Brasil possuía a Aviação do Exército e a Aviação da Marinha. Ambos os órgãos foram extintos com a criação da FAB, e seu pessoal foi transferido para a nova força.

⁷¹ Deste esforço resultaram tecnologias e produtos que marcaram o mundo pós-guerra: a energia nuclear, a bomba atômica, a penicilina, o computador, entre outros.

Rapidamente, já em 26 de janeiro de 1946, Dutra assinou o decreto que criou o Centro Técnico da Aeronáutica (CTA), órgão que deveria ser sede de diversos institutos de ensino e pesquisa do setor aeronáutico. Em 1950, foram criados, dentro do CTA, o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) e o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) – que ficaria a cargo da formação de recursos humanos altamente capacitados para trabalhar na pesquisa e desenvolvimento de tecnologias aeronáuticas. O Professor Smith se tornou o primeiro reitor do ITA (PEREIRA, 2008).

Quase no fim de seu governo, Dutra consolidou a institucionalização da ciência e tecnologia no país, criando o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) em 15 de janeiro de 1951. A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) foi criada em 11 de julho do mesmo ano (ESCADA, 2010), já após a nova ascensão de Vargas ao poder. Este deu continuidade à sua política de nacional-desenvolvimentismo com a consolidação do CNPq como órgão concentrador da pesquisa científica brasileira, mas sua morte em 1954 marcou uma mudança no rumo da política econômica nacional. Especialmente durante o governo Kubitschek (1956-1961), acentuou-se o desenvolvimento industrial dependente, com a expansão da base industrial brasileira financiada por capital externo, destacando-se a indústria automobilística. Com esse processo, ampliou-se a demanda por profissionais técnicos e especialistas nas diversas áreas da engenharia, e a política de investimento na ciência básica, levada a cabo pelo CNPq, foi questionada:

Enquanto o CNPq enfrentava dificuldades orçamentárias, a Comissão Supervisora do Plano dos Institutos (COSUPI), ligada ao Ministério da Educação e Cultura (MEC), entidade criada há menos tempo do que o CNPq, passaria a concentrar e administrar um volume crescente de recursos para o mesmo setor, demonstrando respaldo político em suas ações e na distribuição de verbas. Em 1960, os cientistas, na reunião anual da SBPC⁷², produziram um manifesto contra a COSUPI, reivindicando maiores recursos ao CNPq e alegando falta de critério nos gastos daquela entidade. A

⁷²

COSUPI aplicava preferencialmente os recursos na ampliação do ensino técnico e em áreas específicas nas quais havia uma forte demanda da indústria nascente do país. A direção da COSUPI, por sua vez, criticava o CNPq pela política de ênfase à ciência básica, deixando em segundo plano os desenvolvimentos tecnológicos (ESCADA, 2010).



Figura 16 - Primeira reunião do Conselho Deliberativo do CNPq, 1951. Ao centro, à direita da bandeira, o primeiro presidente do órgão, Almirante Álvaro da Motta, defensor do modelo nacional-desenvolvimentista. (BRASIL, 2015e).

A Academia e a Pesquisa Espacial

O curto período do governo Jânio Quadros (31 de janeiro a 25 de agosto de 1961) não viu grandes mudanças no cenário da ciência e tecnologia, mas foi durante aquela limitada presidência que foi criado o Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), em 3 de agosto de 1961, subordinado diretamente ao CNPq. Segundo Guilherme Pereira (2008), as atribuições iniciais do GOCNAE eram:

- a) em estreita colaboração com o Ministério das Relações Exteriores,

- estudar e propor a Política Espacial Brasileira e a legislação correspondente;
- b) elaborar o plano de criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais e os projetos de leis, estatutos e regulamentos necessários à instituição;
- c) coordenar, estimular e apoiar os trabalhos e estudos relacionados com as atividades espaciais;
- d) executar projetos de pesquisas espaciais;
- e) promover os entendimentos e firmar os acordos necessários à instalação da sede em terrenos do Patrimônio da União;
- f) administrar as obras e serviços necessários ao plano de criação da Comissão Nacional de Atividades Espaciais;
- g) exercer outras atividades que se relacionem com as atribuições previstas no presente artigo, inclusive o desenvolvimento de intercâmbio técnico-científico e a cooperação internacional, a promoção da formação de especialistas e a coordenação entre as atividades espaciais e a indústria brasileira.

Como visto, a própria Política Espacial Brasileira deveria ser criada pela nova instituição, visto que nenhuma discussão prévia sobre o assunto havia sido feita. O primeiro diretor da instituição, Fernando de Mendonça, iniciou imediatamente uma série de convênios e programas de intercâmbio com instituições de pesquisa norte-americanas para formar um contingente de especialistas brasileiros em pesquisa espacial. As experiências acumuladas durante esses primeiros intercâmbios científicos acabaram por definir as principais áreas de atuação da instituição: Ciência Espacial e Atmosférica, Meteorologia e Sensoriamento Remoto. Essas competências foram estabelecidas por poderem trazer benefícios econômicos e sociais ao Brasil, ao mesmo tempo em que permitiam o pleno emprego de conhecimento dos profissionais formados no exterior. Em 1963, a instituição informalmente passou a ser denominada apenas CNAE (Comissão Brasileira de Atividades Espaciais) (ESCADA, 2010).

Segundo Pereira (2008), havia uma preocupação constante com a excelência do profissional pesquisador da CNAE para formar a comunidade técnica e científica nacional, e para tanto foram convidados profissionais estrangeiros para lecionar nos programas de pós-graduação da instituição, inaugurados em 1968. Naquele ano foram abertas as primeiras turmas de pós-graduação em Engenharia e Tecnologia Espacial, Meteorologia e Computação Aplicada; no ano seguinte foi inaugurada a pós-graduação em Sensoriamento Remoto.

O mesmo autor observa que ainda em 1964, a CNAE, em consonância com seu objetivo de “executar projetos de pesquisas espaciais”, desenvolvia suas primeiras cargas-úteis científicas que seriam usadas para a obtenção de dados de sensoriamento remoto. Para o lançamento de tais cargas, seriam necessários foguetes, e dessa forma o diretor da instituição enviou comunicado à Força Aérea solicitando a criação de uma base de lançamento de foguetes no nordeste brasileiro, próximo à Linha do Equador. Tal comunicação iniciou o processo que resultou na criação do Grupo de Trabalho de Estudos de Projetos Espaciais (GTEPE) da FAB, órgão dedicado à pesquisa e desenvolvimento de veículos espaciais:

Em 10 de junho de 1964 foi criado o Grupo de Trabalho de Estudos de Projetos Espaciais (GTEPE) que, em 1966 passou a chamar-se Grupo Executivo e de Trabalho e Estudos de Projetos Espaciais (GETEPE), subordinado ao Estado-Maior da Aeronáutica. No convênio firmado entre o CNPq e o Ministério da Aeronáutica estava previsto o treinamento do pessoal do GETEPE em quatro fases: 1) no laboratório de Física Espacial da CNAE; 2) participando dos lançamentos em agosto de 1964 na base de Chamental, na Argentina; 3) treinamento em instalações da NASA (*Goddard Space Flight Center* e *Wallops Island*), com duração de seis meses; 4) retorno à CNAE para execução do programa de lançamentos e entrosamento com o grupo de cientistas. Esta iniciativa deu origem ao desenvolvimento dos foguetes da série SONDA, que, posteriormente, seriam usados como base para o desenvolvimento

do Veículo Lançador de Satélites (VLS).
(PEREIRA, 2008)

Conforme este mesmo autor, o avanço do conhecimento em pesquisa espacial no Brasil deve o rápido avanço que teve nos anos 1960 às parcerias internacionais, firmadas entre a CNAE e instituições norte-americanas, alemãs, inglesas, francesas e italianas, e que tiveram decisivo impacto na formação de engenheiros e pesquisadores, no fornecimento de equipamentos e de dados de satélites. Os intercâmbios internacionais eram bastante intensos, como demonstrado no Projeto Eclipse⁷³, de 1966: da equipe de 350 cientistas, 200 eram estrangeiros. A parceria científica com a NASA foi prolífica, resultando no lançamento de 128 foguetes de médio porte a partir da Barreira do Inferno até 1970 – após essa data, os lançamentos de foguetes de sondagem foram se reduzindo devido ao avanço dos sensores de bordo dos satélites, que transmitiam dados continuamente.

⁷³

Coordenação da expedição internacional para observar o eclipse total do Sol em 12 de novembro de 1966, contando com vôos de aeronaves e lançamento de foguetes de sondagem a partir do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno.

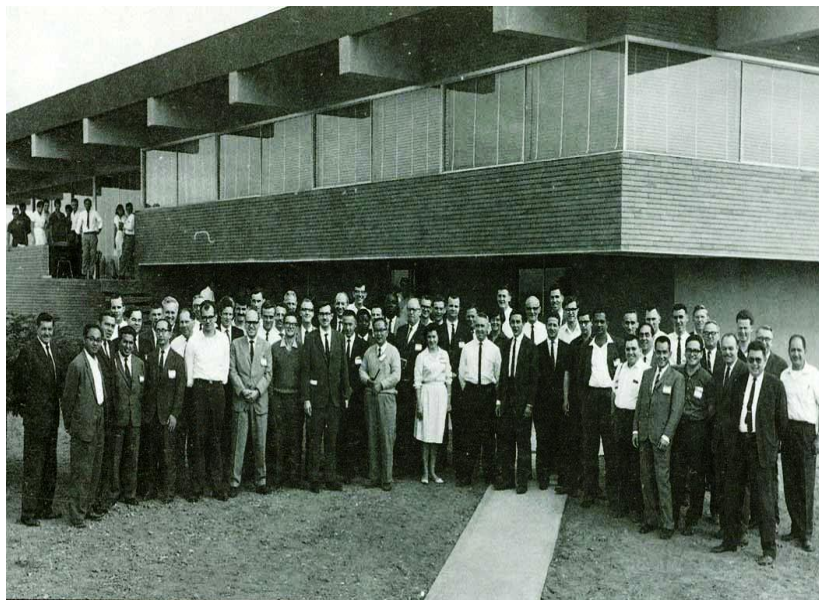


Figura 17 - A CNAE sedia o II Simpósio Internacional de Aeronomia Equatorial (SISEA), setembro de 1965. Este evento resultou das atividades científicas empreendidas em cooperação com a NASA (BRASIL, 2015b).

A Militarização da Ciência e Tecnologia

O início do governo militar em abril de 1964 teve profundo impacto sobre a gestão da ciência e tecnologia no país, portanto, impactando diretamente as atividades de pesquisa espacial. Durante o mandato do Presidente Castello Branco (1964-1967), houve a extinção da COSUPI, que adotava diretrizes de desenvolvimento dependente (com ênfase voltada para atender demandas da indústria), e sua absorção pelo CNPq, que seguia a linha nacional-desenvolvimentista. Dessa maneira, recuperou-se a perspectiva de produção endógena e autônoma de produção científica, ao mesmo tempo em que se sacrificou a liberdade política de certos setores científicos (ESCADA, 2010).

Segundo Escada (2010), o governo militar, contraditoriamente, oferecia apoio a iniciativas científicas, ao mesmo tempo em que reprimia setores acadêmicos contrários ao regime. Isto se dava porque a doutrina militar, regida pelo pensamento da Escola Superior de Guerra, assentava-se em dois pilares principais: o combate às ameaças internas

(o comunismo) e o desenvolvimento econômico autônomo. É a sumarização do conceito de “Segurança e Desenvolvimento”, que regeria a conduta governamental para com a ciência e tecnologia até 1985.

Setores acadêmicos abertamente contrários ao regime sofreram retaliações na forma de prisões, perseguições e cassações políticas. Contudo, tanto acadêmicos quanto militares reconheciam que a ciência era fundamental para o desenvolvimento do país, e setores de pesquisa considerados “vitais” para a diretriz nacional de Segurança e Desenvolvimento foram devidamente estimulados. Foi o caso da pesquisa espacial.

Os militares tinham particular interesse na pesquisa espacial no Brasil, em suas duas vertentes principais: nas aplicações espaciais, viam como fundamental a capacidade de enxergar, mapear e controlar o território nacional para garantir a soberania nacional; no campo do desenvolvimento de foguetes, enxergavam a aplicação dual dos vetores, cujo conhecimento poderia ser utilizado para a fabricação nacional de mísseis (ESCADA, 2010).

Apesar das ações normativas do governo Castello Branco indicarem um papel de destaque para a ciência e tecnologia, tais ações não se converteram em melhoria significativa do setor:

O governo iria se dedicar ao combate à alta inflacionária. Os compromissos com a dívida contraída para implementar a industrialização apressada do país no governo Juscelino Kubitschek limitariam a disponibilidade de recursos. A SBPC, como a organização mais mobilizada em torno dos interesses da pesquisa, em 1965, mantinha uma postura crítica à falta de uma política de C&T, chamando a atenção para os problemas do êxodo de pesquisadores para instituições do primeiro mundo. (...) O pesquisador brasileiro era seduzido pelas condições salariais e ampla infraestrutura que encontrava nos países mais desenvolvidos para exercer suas atividades (ESCADA, 2010).

O governo Costa e Silva (1967-1969) mudaria esse cenário ao inserir a ciência e tecnologia como 8ª área estratégica mais importante

do Plano Estratégico de Desenvolvimento (PED), válido para o triênio 1968-1970. O objetivo principal era melhorar e ampliar a formação de recursos humanos para elevar a pesquisa no Brasil aos níveis internacionais. O primeiro passo foi a instituição do Programa Retorno, que trouxe de volta do exterior 200 cientistas brasileiros, oferecendo-lhes melhores condições de salários e planos atraentes de carreira. Em 1967 foi criada a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) para amparar projetos cuja viabilidade interessasse ao desenvolvimento econômico. No ano seguinte, o governo criou o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), com o intuito de assegurar recursos para financiar a expansão do sistema educacional brasileiro. A carreira de pesquisador e professor universitário com dedicação exclusiva foi regulamentada em 1969 (ESCADA, 2010).

Tais mudanças foram importantes para a consolidação dos corpos de pesquisadores da CNAE, que se tornou Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 1971 e do GETEPE, que se tornou Instituto de Atividades Espaciais⁷⁴ (IAE), também no mesmo ano. Neste período, continuava vigente a dinâmica de parcerias internacionais, com as instituições brasileiras normalmente exercendo o papel de usuárias de dados coletados no exterior. O uso dessa infraestrutura tecnológica estrangeira permitiu a execução do primeiro projeto de tele-educação via satélite no Brasil, o Projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares), executado no Rio Grande do Norte a partir de 1974, utilizando dois satélites de comunicação norte-americanos para retransmitir conteúdo educativo produzido na sede do INPE em São José dos Campos para um conjunto de 500 escolas do interior potiguar. Deste projeto resultaram os parâmetros para implementação de diversos outros programas de tele-educação televisiva no país, bem como legou a tecnologia nacional de construção de antenas parabólicas domésticas (GOUVEIA, 2003).

⁷⁴ Órgão integrante do Departamento de Ciência e Tecnologia da Aeronáutica (DCTA).



Figura 18 - Ápice das boas relações da pesquisa espacial brasileira com a NASA: visita ao Brasil em 1970 do astronauta Neil Armstrong (ao centro), primeiro homem a pisar na Lua. À esquerda de Armstrong, o primeiro diretor do INPE, Fernando de Mendonça; à direita do astronauta, o Brigadeiro Alberto Sampaio, Chefe do Estado-Maior da Aeronáutica (BRASIL, 2015c).

No mesmo ano de 1971 foi criada a Comissão Brasileira de Atividades Espaciais⁷⁵ (COBAE), um órgão de assessoria ligado diretamente à presidência da república na formulação, orientação, coordenação e controle da execução da pesquisa espacial no Brasil. Além do fato de estar subordinada diretamente à presidência, é um indicativo da importância estratégica dada à pesquisa espacial pelo governo militar o fato de que o órgão era presidido pelo Chefe de Estado-Maior das Forças Armadas, sendo composto por representantes de 11 ministérios – incluindo os três ministérios militares (PEREIRA, 2008).

⁷⁵

Criada pelo Decreto nº 68.099 de 20 de janeiro de 1971.

A criação da COBAE consolidou o elemento militar do programa espacial brasileiro ao reconhecer que o espaço sideral e o espaço aéreo são “indissociáveis”, sendo, portanto, responsabilidade da Força Aérea Brasileira. Imediatamente, o novo órgão também assumiu para si a articulação nacional e internacional das atividades de pesquisa, algo que tradicionalmente era feito pela CNAE desde o começo dos anos 1960. A liberdade exercida pelo diretor da CNAE, Fernando de Mendonça, incomodava a COBAE ao ponto de tentarem removê-lo do cargo – num ato que ilustra as tentativas de “militarização” completa da pesquisa espacial. Mendonça, todavia, sobreviveu a essas intenções devido ao seu excelente trânsito em Brasília, que incluía boas relações com ministros, senadores e deputados – chegando até mesmo ao Presidente Médici.

Na mesma época foi definida a Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais (PNDAE), cujas diretrizes explicitavam o desenvolvimento científico e tecnológico para estimular o setor privado a aplicar essas conquistas em benefício da indústria brasileira e da população. Entre seus objetivos de curto prazo, lê-se (PEREIRA, 2008):

Constituir um grupo de cientistas brasileiros, ampliar e equipar centros de pesquisa e ensino, promover a transferência de conhecimento gerado em outros países, priorizar programas, projetos, equipamentos, pesquisas e instalações no setor das atividades espaciais que interessem ao levantamento de recursos naturais de aproveitamento imediato, à meteorologia e às telecomunicações, neste último grupo incluída a televisão educativa.

Entretanto, a ênfase dada na pesquisa de aplicações espaciais, conforme descrito no texto da PNDAE, sofreria uma brusca mudança nos anos seguintes. A visão dos militares prevalecia na COBAE, e essa visão prescrevia a transformação do Brasil numa potência regional que deveria ser autossuficiente em tecnologia. O desenvolvimento tecnológico deveria acompanhar os avanços no setor social e econômico: o tamanho do Brasil, sua posição geoestratégica no Atlântico Sul, sua grande massa demográfica e – na época do “Milagre Econômico” – sua condição de oitava maior economia do planeta, eram

argumentos que davam apoio às intenções dos militares. O cenário internacional da Guerra Fria também impulsionou o governo a ampliar as somas investidas em ciência e tecnologia, visto que o Brasil deveria se tornar “o maior produtor mundial de armas do Terceiro Mundo” (PEREIRA, 2008).

Essa política de apoio e ampliação de custeio da ciência e tecnologia na área espacial atingiu seu ápice durante o governo Ernesto Geisel (1974-1979), ao mesmo tempo em que o enfoque da pesquisa espacial brasileira muda da ciência para a defesa:

Será ao longo deste governo, que a C&T nacional recebeu maior apoio e estímulo na história do país, muito embora este apoio tenha sido dado no mesmo modelo político então em curso nos governos militares, ou seja, com decisões centralizadas e autoritárias, privilegiando os desenvolvimentos tecnológicos aplicados aos problemas brasileiros. Portanto, os pesquisadores e suas entidades representativas não teriam participação nem espaço garantido nos processos de tomada de decisão nos assuntos relacionados à C&T (ESCADA, 2010).

Segundo Escada (2010), em 1975, reconhecendo as falhas estruturais do arcabouço acadêmico brasileiro, o governo lançou o Plano Nacional de Pós-Graduação, com o objetivo de formar 16,8 mil mestres e 1,4 mil doutores, triplicando o número então existente. O pequeno número de especialistas na área, combinada ao fator de “segurança nacional” que envolvia a pesquisa espacial durante o governo militar, impediu sua disseminação além dos domínios do DCTA em São José dos Campos: havia suporte financeiro e político para a pesquisa, porém, ela deveria ser supervisionada pelo governo. Sobre a formação de pesquisadores do setor espacial no Brasil naquele período, P03 comenta:

Antigamente, as pessoas se formavam estudando, como eu, indo para o exterior em congressos, abrindo portas nos institutos lá fora – que nem todos abrem – mas íamos lá ver os caras fazendo. Basicamente aprendemos por conta própria e por intercâmbios. (...) Não tinha nenhum

curso no país. Mas nós estudamos por conta própria e fizemos contato com pessoas do exterior, que nos ajudaram, e nós fizemos.

No mesmo ano de 1975, uma mudança definitiva na trajetória das pesquisas espaciais no Brasil acontece: o INPE perde a autonomia de assinar acordos internacionais de pesquisa e desenvolvimento. Inicialmente, a renovação do memorando de entendimento entre o INPE e a NASA foi assumida pela COBAE, que decidiu repassar as decisões sobre uso de satélites de comunicação para o Ministério das Comunicações. Dessa maneira, o INPE perdeu orçamento e autonomia para prosseguir em diversos de seus projetos, entre eles o Projeto SACI, cuja gestão teve que ser repassada para o governo do Rio Grande do Norte em 1976. As negociações pessoais de Fernando de Mendonça com institutos estrangeiros para o desenvolvimento de dois satélites nacionais (um de sensoriamento remoto e outro científico) no ano anterior também não agradaram aos planejadores da COBAE. O somatório desses fatos levou à demissão de Fernando de Mendonça da diretoria do INPE em 1976 (PEREIRA, 2008).

A partir de então, a pauta do desenvolvimento de satélites perdeu espaço nas reuniões da COBAE em favor do desenvolvimento de foguetes lançadores. Na concepção do órgão, o Brasil não poderia fabricar satélites se não detivesse os meios de lançá-los ao espaço. As parcerias internacionais e os projetos de pesquisa aprovados passaram a focar o domínio nacional da fabricação de combustível sólido e dos sistemas de controle de voo de foguetes – opções que acabaram por classificar o programa espacial brasileiro como de origem militar aos olhos estrangeiros. As relações com os EUA no setor espacial foram estremecidas por este fator, bem como pelas regras que a COBAE estipulou para a distribuição de imagens de satélite:

Em carta de 5 de fevereiro de 1976, enviada ao diretor do CNPq, Amílcar Figueira Ferrari, Fernando de Mendonça solicita a renovação de contrato com a NASA para continuar recebendo imagens do Landsat I e II. O convênio com a NASA previa a adoção pelo Brasil de uma política aberta de discriminação de dados e, segundo a NASA, o Brasil estava adotando uma política de disponibilidade

restrita. Havia uma cláusula no convênio prevendo que as agências brasileiras adotassem a mesma política aberta de dados da NASA, inclusive o INPE deveria fornecer gratuitamente aos usuários da Bolívia, Argentina e Peru dados recebidos em Cuiabá. No entanto, a posição do governo brasileiro era de restringir a distribuição de imagens de satélite, objetivando um maior controle do país sobre os conhecimentos de seus recursos naturais. Havia uma preocupação em relação ao interesse externo nos recursos minerais e naturais do país (PEREIRA, 2008).

Percebe-se que a própria tecnologia espacial nacional passava a exibir, cada vez mais, um alto grau de alinhamento político com o regime militar e a doutrina de Segurança e Desenvolvimento, colocando em segundo plano muitas das diretrizes definidas pela COBAE na Política Espacial Brasileira. A destinação dos recursos da pesquisa espacial majoritariamente para o campo dos veículos lançadores – que poderiam ter uso dual e fornecer preciosa tecnologia para o setor de mísseis das Forças Armadas – evidencia como todos os requerimentos de ordem social interna garantiam o bom funcionamento do programa espacial: a cultura, valores, ideologia e sistema político da época favorecia o desenvolvimento deste setor de alta tecnologia. Sobre este tipo de cenário, Langdon Winner comenta que:

Em muitos casos, dizer que algumas tecnologias são inerentemente políticas é dizer que certas razões de necessidade prática, amplamente aceitas – especialmente a necessidade de manter os sistemas tecnológicos cruciais como entidades que funcionam regularmente – tendem a eclipsar outros tipos de raciocínio moral e político (WINNER, 2015).

A segunda crise do petróleo em 1979 impediu que o governo João Figueiredo (1979-1985) desse continuidade ao financiamento da ciência e tecnologia no nível feito por Geisel. A política nacional

desenvolvimentista mais uma vez recuou, embora os investimentos tenham se mantido relativamente altos em comparação com os outros governos militares – e principalmente dos governos civis que se seguiram.

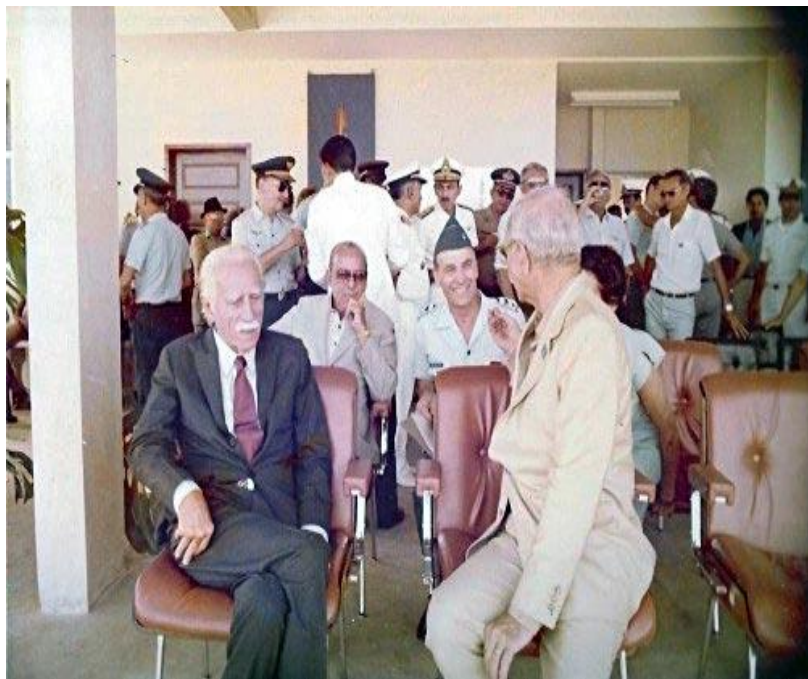


Figura 19 - Presidente João Figueiredo (de óculos escuros) em visita à Barreira do Inferno para o lançamento de um foguete Sonda IV, em 22 de outubro de 1984. Embora enfrentando uma série crise orçamentária, ele optou por dar continuidade aos programas tecnológicos de interesse governamental. À frente, de terno escuro, o já idoso Marechal-do-Ar Casimiro Montenegro, fundador do CTA e do ITA na década de 1940 (BRASIL, 2015a).

Os gastos estatais com ciência e tecnologia durante o governo Médici (1969-1974) chegaram a US\$ 62 milhões anuais, atingiram seu ápice durante o governo Geisel (1974-1979) com US\$ 171 milhões anuais, caíram para US\$ 98,2 milhões anuais durante o governo Figueiredo (1979-1985) e US\$ 94,82 milhões anuais durante o governo Sarney (1985-1990). A média anual de Geisel era cinco vezes maior que

a de Collor (1990-1992), que investiu apenas US\$ 34,6 milhões anualmente (ESCADA, 2010).

A indefinição sobre a construção de satélites nacionais e a deterioração das relações com a NASA no fim dos anos 1970 levaram a um impasse: o Brasil necessitava de dados de sensoriamento remoto para assegurar sua soberania, mas não podia mais confiar plenamente naqueles dados fornecidos por satélites norte-americanos. As reuniões da COBAE foram lentamente se direcionando em torno da construção nacional de satélites, a serem lançados por foguetes nacionais. A decisão tornou-se mais fácil a partir do ponto em que se reconheceu que um foguete lançador de satélites também poderia servir de plataforma para um míssil balístico de longo alcance – o que satisfazia as aspirações da Escola Superior de Guerra. Desta feita, em 1980 foi aprovada a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), que prescrevia a construção de um Veículo Lançador de Satélites (VLS) completamente nacional, a ser desenvolvido no Instituto de Atividades Espaciais (IAE) do DCTA, para transportar satélites desenvolvidos pelo INPE (PEREIRA, 2008).

De acordo com Montenegro (1997), o projeto do VLS, iniciado em 1985 – já com atrasos no cronograma inicial devido à queda de recursos alocados ao programa espacial no governo Figueiredo – representou um marco na pesquisa espacial brasileira ao, pela primeira vez, estender a universidades federais a oportunidade de colaborarem como parceiras para a construção de um veículo espacial: a Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) foi envolvida na construção dos blocos de propelentes dos motores do VLS, bem como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) ficaram responsáveis pelo desenvolvimento dos envelopes dos motores dos quatro estágios do foguete. É possível conceber que a abertura do projeto do veículo espacial mais importante do programa para a participação de outras instituições federais de ensino superior, fora do complexo militar de São José dos Campos, tenha se dado como um reflexo da mudança de orientação do governo em Brasília.

Redemocratização

A transição para o governo civil no começo de 1985 levou ao poder o presidente José Sarney (1985-1990). Apesar do quadro problemático de crise inflacionária que trespassou todo o seu mandato, Sarney demonstrou que a ciência e tecnologia haviam ganhado respeito nos anos anteriores, conquistando o reconhecimento da classe política,

ao assinar a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) pelo Decreto 91.146 de 15 de março de 1985:

A crise econômica na qual o país iria mergulhar, a partir deste governo, revelaria as contradições latentes em que a política de C&T do país se encontrava. De um lado, era notória a evolução das pesquisas científicas e dos desenvolvimentos tecnológicos nas últimas décadas. A ciência brasileira, embora de resultados modestos se comparados a países mais desenvolvidos, havia se expandido e conquistado reconhecimento científico internacional em alguns campos da ciência. Este esforço foi engendrado principalmente pela comunidade científica alocada predominantemente em universidades, institutos de pesquisa civis e militares (ESCADA, 2010).

Os militares, mesmo que fora do poder, ainda exerciam grande influência sobre o governo Sarney, fato demonstrado pelo montante investido nos projetos de pesquisa de valor estratégico no regime anterior (espacial, nuclear, informática, etc.) – equivalente ao atingido no governo Figueiredo. Nessa época, o CNPq foi transferido para a tutela do Ministério de Ciência e Tecnologia, e o INPE deixou de responder ao CNPq para ser diretamente subordinado ao Ministério (ESCADA, 2010).

O mesmo autor registra que embora a COBAE continuasse a existir, e continuasse a ser presidida por um militar do Estado-Maior das Forças Armadas, as atividades de pesquisa espacial sob domínio do MCT começaram a se distanciar da ainda corrente Missão Espacial Completa Brasileira – de inquestionável domínio da COBAE. A secretaria executiva do Ministério, nessa época chefiada pelo diplomata Celso Amorim, conseguiu selar uma parceria internacional com a China para a construção conjunta de uma série de satélites de sensoriamento remoto em julho de 1988. Esta ação, que seguia uma linha contrária ao desenvolvimento tecnológico espacial autóctone defendido pelos militares, deu origem aos satélites da família CBERS⁷⁶. A ruptura com a

⁷⁶

China-Brazil Earth Resources Satellite (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres).

antiga linha de pensamento era óbvia, dado que os novos satélites extrapolavam a capacidade de carga projetada do VLS, tendo que obrigatoriamente serem lançados a partir da China.

A crise econômica acentuou-se no governo Collor (1990-1992), combinada com a queda drástica de influência dos militares na condução da nação. Sem um arranjo adequado com o setor produtivo, as demandas por ciência e tecnologia caíram de maneira que se tornou inviável manter os programas em funcionamento. Collor, ao tomar as medidas econômicas que abriram o mercado brasileiro, fez questão de assinalar sua ruptura com o antigo regime militar, “sepultando” os programas de cunho nacionalista como o nuclear e as obras nas usinas de Angra I e II. Para o programa espacial, o período marcou a fase de maior perda de recursos, o que afetou sobremaneira a estabilidade das pesquisas científicas e manutenção dos grupos de pesquisa:

A política de C&T esboçada no início do governo Collor pretendia incitar as empresas a investir em pesquisas. O objetivo era ampliar os investimentos e dispêndios globais em C&T das empresas de 8% a 20%, em cinco anos. O discurso oficial dos anos 1990, relacionado à questão tecnológica, abandona a via dos grandes projetos setoriais (aeronáutica, espacial, comutação eletrônica, usina nuclear), e suscita a necessidade de um esforço que estimulasse a capacidade de inovação das empresas, meio pelo qual deveriam tornar-se mais competitivas no mercado internacional (ESCADA, 2010).

As novas diretrizes do novo programa de ciência e tecnologia do governo excluía, portanto, a pesquisa espacial da lista de prioridades. A queda orçamentária do setor significou o atraso do desenvolvimento tecnológico da Missão Espacial Completa Brasileira, estendendo os prazos para lançamento do primeiro VLS. Com o INPE entregando o primeiro satélite do programa em 1992, a solução foi lançá-lo ao espaço a partir de um foguete norte-americano em 1993.

O primeiro governo Fernando Henrique Cardoso (1994-1998) decidiu agir em função de retirar definitivamente o caráter “militarista” da pesquisa espacial nacional ao extinguir a COBAE e criar a Agência

Espacial Brasileira⁷⁷, órgão que tem por finalidade coordenar e promover todas as atividades espaciais no Brasil. A direção da AEB é civil e a autarquia está subordinada ao Ministério de Ciência e Tecnologia. Por sua vez, a AEB recebe do MCT todo o orçamento para a pesquisa espacial e a distribui entre o INPE, IAE e outros institutos. Contudo, a este respeito, opina P03:

Hoje em dia existe um conflito, não de interesses, mas de definições, entre a AEB e os seus órgãos. Não se sabe exatamente qual é o papel da Agência Espacial e dos seus órgãos executores. Na verdade a AEB deveria ser totalmente administrativa, como a FINEP, dando o dinheiro e fiscalizando o uso do dinheiro, mas ela não faz isso. Por outro lado, ela tem características técnicas que deveriam estar nos institutos. Então existe uma posição mal definida. Não vou nem entrar no mérito de que falta funcionário de carreira, se o pessoal é do INPE e foi pra lá, se são incompetentes, não vou falar disso. A definição da estrutura é ambígua e conflitante com os seus próprios institutos. Tinha que mudar e definir isso. Outra coisa: a agência espacial nasceu como órgão ligado à vice-presidência da república. Hoje ela é um orgãozinho pendurado lá no Ministério de Ciência e Tecnologia. Aí esse órgão do MCT tem como um de seus executores um órgão do Ministério da Defesa [IAE]. Olha o conflito hierárquico gerado. O INPE é subordinado ao MCT e ao mesmo tempo à AEB. Quem é o chefe de quem? Então o problema hierárquico também existe. Existe o problema de definição de atribuições e existe um problema hierárquico. A AEB é um apêndice do MCT que quer mandar num instituto cujo chefe mesmo é o ministro. O chefe do INPE é o ministro de ciência e tecnologia,

⁷⁷

Criada pela lei ° 8.854 de 10 de fevereiro de 1994.

não o presidente da AEB. Qual é a condição de hierarquia que a AEB tem pra cobrar alguma coisa? Só se ela se colocasse na posição de uma fundação. Mas não é essa a posição dela. E pior ainda em relação ao IAE, que pertence a outro ministério. Como que fica essa relação hierárquica?

Escada (2010), argumenta que o sistema de concessão de recursos para a ciência e tecnologia assumiu uma forma mais clara, com a publicação de editais públicos. Ao invés do financiamento de projetos de “interesse nacional”, foi estabelecida uma série de critérios para a seleção de projetos – definindo o julgamento de propostas com base na avaliação feita por pares. Esse novo cenário, contudo, não contribuiu para melhorar a situação das pesquisas espaciais, que continuavam restritas ao diminuto orçamento anual do MCT e sofreram com a série de desastres nas tentativas de lançamento do VLS em 1997, 1999 e 2003. Menos visível à opinião pública, estavam os bem-sucedidos projetos espaciais da Plataforma Nacional de Coleta de Dados e dos satélites CBERS.

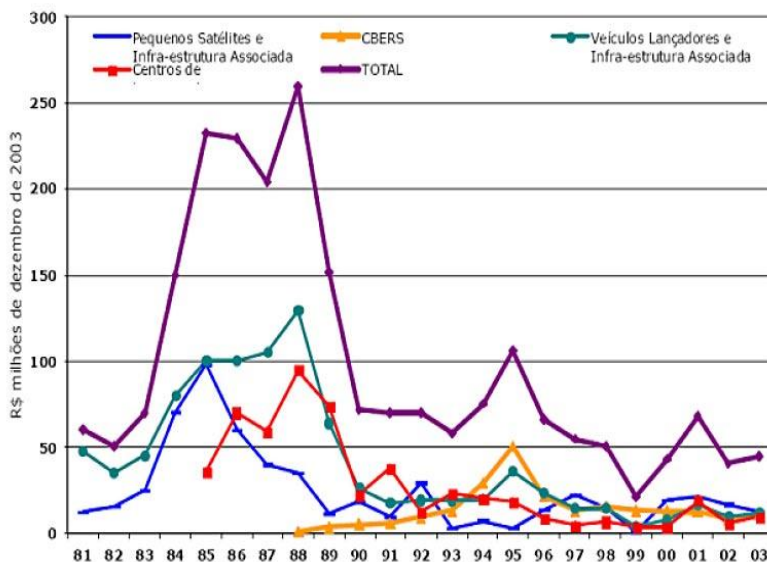


Figura 20- Evolução histórica dos recursos destinados à pesquisa espacial no Brasil, do início do governo Figueiredo em 1981 até o acidente com o terceiro protótipo do VLS durante o governo Lula em 2003 (ESCADA, 2010).

Somente após o acidente com o terceiro protótipo do VLS em agosto de 2003 é que o programa espacial voltou à atenção da liderança política, devido à vasta cobertura da imprensa a respeito das condições precárias de condução do programa. A tragédia, que vitimou 21 técnicos e pesquisadores na explosão do foguete ainda na plataforma, deu início ao processo de procura de um parceiro estrangeiro para a construção de um lançador de satélites:

Acompanhado de seu ministro da Defesa, José Viegas Filho, o presidente Luiz Inácio Lula da Silva, completando oito meses no cargo, prestou solidariedade aos parentes das vítimas e determinou medidas de reparação financeira e pensões aos familiares enlutados. Diante da comoção nacional, prometeu que o programa espacial não seria descontinuado e que um

novo lançamento seria feito até o final de seu mandato, em 2006. Lula foi reeleito para um segundo mandato e elegeu sua sucessora em 2010, Dilma Rousseff. Mas a promessa ainda não foi cumprida (DRUMOND, 2014).

A busca por um parceiro internacional levou a sondagens feitas pelas principais potências espaciais – Estados Unidos e Rússia – que ainda buscavam uma maneira de ter acesso ao Centro de Lançamento de Alcântara, devido ao seu vantajoso posicionamento geográfico. Contudo, tal processo foi concluído em 2004 com a assinatura de um acordo bilateral com a Ucrânia, para desenvolvimento do foguete Cyclone4, cujo projeto previa ser capaz de lançar um satélite em órbita geoestacionária (AMARAL, 2010).

O início da parceria com a Ucrânia e a consolidação da parceria com a China para a construção dos satélites CBERS provocou uma mudança no cenário acadêmico nacional, que pela primeira vez viu a abertura de graduações em Engenharia Aeroespacial fora de São José dos Campos⁷⁸. A carreira se tornou atraente devido ao discurso oficial do governo, que se disse disposto a abraçar a pesquisa espacial brasileira; à parceria binacional com a Ucrânia, que iniciou trabalhos de construção da base de lançamento do novo foguete em Alcântara, no Maranhão; à prioridade estipulada para o setor espacial na Estratégia Nacional de Defesa⁷⁹, promulgada em 2008 (BRASIL, 2008); e pela 4ª edição do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), que cobre o período 2012-2021, estipulando prazos para lançamentos de diversos satélites, foguetes e outras pesquisas espaciais. Contudo, há um distanciamento do discurso oficial do governo das práticas que realmente são executadas para o setor. Sobre a prioridade dada à pesquisa espacial na Estratégia Nacional de Defesa (END), disse P03:

⁷⁸ Há atualmente no Brasil graduações em Engenharia Aeroespacial na Universidade de Brasília (UnB), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do ABC (UFABC), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

⁷⁹ Documento emitido pelo Ministério da Defesa em 2008, que define os direcionamentos e diretrizes do setor de defesa no Brasil, bem como as hipóteses de emprego das forças armadas. Nele, é definido em sua 6ª diretriz: “Fortalecer três setores de importância estratégica: o espacial, o cibernético e o nuclear”.

A Estratégia Nacional de Defesa é um plano de Estado. É um documento feito pelo Ministério da Defesa, e ele com certeza não é endossado pelo governo. Então, não adianta fazer um plano para o qual o governo não dá a mínima. Eles fizeram alguma propaganda do Inova Defesa, pura palhaçada. Eu fui chefe de um projeto, um projeto caro, de 40 milhões de reais, da FINEP, mas fui sabotado pela FINEP o tempo todo, a ponto de que agora eles estão segurando a última parcela para o projeto terminar sem me darem o dinheiro. Depois eu vou passar por incompetente por ter recebido o dinheiro e não conseguir gastá-lo. Mentira, eles não me deram o dinheiro. Depois fazem propaganda dizendo que fizeram N projetos e deram N milhões de reais – mentira, não deram. Eles ficaram sabotando as instituições e não deram. Na prática, a prioridade é zero, não tem nada acontecendo. Então existe um hiato entre a END, que é um programa de Estado, e o governo, que não deu a mínima pra isso.

Sobre o planejamento plurianual de pesquisas espaciais estipulado no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), discorre P04:

Na realidade o PNAE é uma coisa muito mal feita. É uma peça de ficção. Foi feito muito sem método, sem participação de pessoas técnicas que seriam capazes de colocar mais realismo nessas projeções, e foi feito para satisfazer todos os setores: o setor militar, o setor de meteorologia, todo mundo que trabalha; muitas vezes desce até o nível individual, de contentar pessoas físicas, a vaidade de certas pessoas, do orgulho de certas organizações. O PNAE nunca foi – pode ter sido até pensado pra isso – mas nunca foi um plano de projetos. Se você pegar o PNAE e o que se realiza dentro do PNAE, é muito pequeno. Isso tá

refletido nos orçamentos, nos prazos, em tudo. Eles simplesmente não são realistas nem são viáveis. Isso desde a primeira edição do PNAE. E as coisas estão amarradas, é meio que um faz de contas. O governo não quer descartar porque tem sua relevância tecnológica. Não só esse governo, todos os governos na verdade. E isso se reflete no orçamento, se reflete no planejamento, em tudo.

Na mesma temática, P01 compartilha a opinião de P04 sobre o distanciamento entre o discurso governamental para o setor espacial e a realidade dos institutos de pesquisa, ao declarar:

Eu recebi diversas cópias do PNAE. Veja bem, qual a utilidade de um Programa Nacional de Atividades Espaciais se o governo não se propõe a realizar o que está escrito nele? É um livro que, como digo, é muito bem escrito, mas inútil, é uma piada. O governo não tem intenção de cumprir nada do que está ali, a não ser programas como o satélite geoestacionário, onde eles podem colher algum benefício político. O resto é resto.

Baseado nos comentários dos entrevistados, pode-se apurar que apesar das declarações e diretrizes de ciência de tecnologia emitidas pelo executivo nacional, Ministério de Ciência e Tecnologia, Ministério da Defesa, Agência Espacial Brasileira e Força Aérea Brasileira, há um grande descontentamento dos profissionais pesquisadores do setor espacial brasileiro com a conduta do programa. Assim comenta P03 sobre a relação entre AEB e FAB no tocante ao orçamento da pesquisa espacial:

Olha, como vimos aqui, nem na Aeronáutica tem prioridade, quanto mais no governo. Eles dizem que tem, mas é mentira. Nem a Aeronáutica dá prioridade para o programa espacial. Eu trabalho na Aeronáutica, então não posso falar pelo INPE. Não posso falar por todo o setor espacial, estou falando pela visão que

tenho como funcionário da Aeronáutica, pois tenho 30 anos de casa. Eles dizem que têm. Na hora de brigar por verba eles dizem que têm. Estou falando da FAB, o governo nem isso. Eles deram muito mais dinheiro pra ACS⁸⁰ do que para o programa espacial. Ou seja, dinheiro pra Ucrânia e não pra nós. Quando se vê as prioridades do Comando da Aeronáutica, não se vê o VLS. Mas como assim? Eles dizem: o VLS é problema da AEB, não é nosso. Eles só querem o dinheiro, não tem nenhuma prioridade. Eu posso afirmar, já vi apresentações de Brigadeiros assim. Não tem nenhuma prioridade, pro Comando da Aeronáutica não tem. Eles não brigam porque não se interessam, e eu não estou tirando a razão deles não. Se eu fosse comandante da Aeronáutica e tivesse meia dúzia de aviões funcionando sem nem mísseis pra lançar, eu iria me preocupar com minha atividade fim; diria: não tenho nem avião e vou ficar preocupado com foguete? Não estou dizendo que estão errados, mas a hipocrisia é dizer que é de alta prioridade, quando não é. Quando falo de programa espacial, é o Veículo Lançador de Satélites, não do desdobramento da parte bélica, que estranhamente saiu do IAE e foi pra indústria. Hoje o IAE não faz praticamente nada na área de mísseis, está tudo na indústria. Ou seja, aquilo que seria função da FAB eles passaram pra indústria, e a parte do programa espacial eles não dão prioridade nenhuma. Se não tem prioridade, por que não abrem mão? É óbvio: por causa das verbas e por causa dos cargos. Se fechasse isso aqui, onde colocariam os militares que gerenciam? Isso aqui é mantido pra dar cargo e vida

80

Acrônimo para “Alcantara Cyclone Space”, joint-venture fundada pelos governos brasileiro e ucraniano para conduzir as atividades da parceria binacional em lançamento de foguetes comerciais.

vegetativa da organização. Prioridade de objetivos zero, nenhum. (...) A mudança começou em 1990: até 1990 isso aqui era muito sério e nós fizemos muita coisa. Depois de 1990 a coisa foi descambando e descambando, e depois do acidente de 2003, parou. (...) Se eu fosse dono de uma empresa com um departamento que há 15 anos não faz nada, eu fechava esse departamento. Pra que eu preciso de um departamento de controle, se há 15 anos eu não faço um foguete controlado? Não tem há 15 e não vai ter pelos próximos 5, no mínimo. Vão dizer que é falta de verba. Tem falta de verba sim, mas falta muitas outras coisas.

As opiniões coletadas também mostram preocupação com o futuro dos profissionais formados em Engenharia Aeroespacial no Brasil, visto que a baixa prioridade dada pelo governo para o setor não oferece boas perspectivas de contratação em institutos de pesquisa ou empresas brasileiras. Foi apurado que os entrevistados compartilham a mesma visão preocupante sobre o futuro dos novos engenheiros aeroespaciais formados no Brasil; segundo eles, as melhores perspectivas são a de que mudem de área para trabalhar ou emigrem para atuar em centros de pesquisa no exterior. P01 tem a dizer:

Bom, a formação de profissionais está ocorrendo, mas ocorrendo pra que? Se o programa espacial diminui ano a ano. Sou procurado por estudantes do Ciência sem Fronteiras Espacial, criado pela AEB. Eles me perguntam: “O que vamos fazer ao voltar para o Brasil?” Porque eles têm que voltar e ficar no mínimo 5 anos. Veja: eles vão pra lá, ganham experiência e recebem convites porque os que realmente querem alguma coisa produzem, são bons profissionais. O Brasil produz bons profissionais não só na área espacial. É preciso compromisso com a educação no Brasil. A formação está existindo, mas formação pra que, se o programa só diminui? O INPE foi recentemente

agraciado com 68 novos servidores, mas eles precisam de 400, entendeu? Não é só questão de contratar, você tem que cobrar. O governo deveria ter reunido todos os *players*, procurado saber quais eram as suas dificuldades, e resolver! Estabelecer um prazo e dizer “eu quero que isso se realize em tal prazo, vou cobrar de vocês”. Isso não é feito porque não há interesse nenhum em fazer isso – porque não gera voto. O programa está diminuindo, os contratos estão diminuindo. As empresas do setor espacial não têm contratos do governo, então estão fechando ou sendo adquiridas por empresas estrangeiras. O governo está matando o programa espacial.

A falta de perspectivas de trabalho para os novos engenheiros no setor espacial brasileiro, que conta com o governo federal como seu principal cliente, também preocupa P04, que declarou:

O mercado é muito restrito, e à medida que os jovens percebam que essa importância não é dada pelo governo, e que praticamente toda a demanda do programa espacial no Brasil vem do governo, também não motiva o jovem a entrar nessa carreira, a não ser que ele tenha assim uma vontade, ache bonito, veja um aspecto romântico. Mas se houver uma informação melhor, eu acredito que o jovem não vai querer seguir para trabalhar no setor, porque o que acontece é o seguinte: quando um rapaz desse se forma em engenharia aeroespacial – porque não são poucos cursos no Brasil, até de mestrado, aqui no INPE mesmo nós temos – ele é capaz de trabalhar em muitas outras áreas: computação, eletrônica, aeronáutica, automobilística, indústria, porque a formação aeroespacial é bem completa e sofisticada. Ela dá a quem se forma nela a capacidade de trabalhar em diversos setores, mas pra área espacial mesmo não

há estímulo, essa que é a verdade, infelizmente.

Apesar de que o governo federal, desde o primeiro mandato Lula (2002-2006), vem inserindo em sua política de ciência e tecnologia uma relevância cada vez maior para as atividades de pesquisa espacial no Brasil – algo que não se via desde o fim do governo militar – pouco desse discurso se transformou em prática. Da mesma maneira, mesmo que a pesquisa espacial no Brasil date do início dos anos 1960, somente na última década houve uma expansão do ensino superior em Engenharia Aeroespacial no país, fora do núcleo militar de São José dos Campos – porém, a perspectiva de empregabilidade desses engenheiros no setor espacial nacional é bastante tênue. Resta ainda a elaboração de uma política nacional efetiva para a pesquisa espacial no Brasil, que assegure os recursos necessários para o cumprimento das atividades previstas no PNAE.

CAPÍTULO IV

O Impacto Social na Indústria

O setor espacial é considerado mundialmente um setor estratégico para as nações que nele investem. Nele são desenvolvidas tecnologias de alto grau de complexidade e elevados requisitos de confiabilidade, que não só têm aplicação endógena como também apresenta grande proximidade com outros setores produtivos de primeira importância para a economia, como o aeronáutico, defesa, eletrônica, comunicações, energia, etc.

Para entender o relacionamento do setor espacial com a indústria, não se deve somente explorar a dinâmica do processo de compras do setor, mas também os fluxos de interação entre este e diversos outros setores da base industrial. Em outras palavras, como as tecnologias do setor espacial são capitalizadas ao serem utilizadas em diversos outros campos da indústria para uso civil e militar. Esse fenômeno, que ocorre em duas vias, é mundialmente conhecido pelos termos *spin-in* e *spin-off* (OLIVEIRA, 2014).

A autora explica que o termo *spin-off*, mais conhecido dos dois, designa geralmente o processo em que tecnologias desenvolvidas para uso restrito militar são transferidas para uso civil, num retrato dos grandes programas tecnológicos desenvolvidos no período pós-Segunda Guerra Mundial. Pode significar também, a passagem de conhecimento de uma “organização-mãe” para uma ou mais novas empresas, geradas a partir de indivíduos que trabalharam na “organização-mãe”, levando consigo a tecnologia lá desenvolvida. As transferências tecnológicas podem ocorrer tanto no âmbito intersetorial (como da aviação militar para a aviação civil), quanto no âmbito intra-setorial (do espacial para as telecomunicações). No setor espacial, entretanto, há um significado mais específico, fruto dos estudos econômicos frequentemente realizados como forma de justificar o alto volume de recursos investido em suas atividades: *spin-offs* são tecnologias desenvolvidas para o setor espacial, que passam a ser empregadas em atividades não-espaciais.

Da mesma forma, o termo *spin-in* geralmente designa a aquisição de uma empresa com o objetivo de absorver suas tecnologias e conhecimentos; já no setor espacial, designa a utilização de uma tecnologia originalmente sem relação com finalidades espaciais para uso nos programas espaciais.

Esses transbordamentos tecnológicos intersetoriais e intra-setoriais permeiam o *modus operandi* dos programas espaciais dada a extrema complexidade dos sistemas e subsistemas desenvolvidos para atender suas demandas:

Os transbordamentos que constituem os fenômenos de “spin-ins” e “spin-offs” (...) não estão restritos a transferência de tecnologia, mas englobam ainda a introdução de novos métodos de gestão, criação de padrões e normas, mudanças na estrutura organizacional, fortalecimento da rede de colaboração entre firmas, o uso da participação em programas espaciais como referência de “marketing”, o aperfeiçoamento das competências dos recursos humanos, por exemplo (OLIVEIRA, 2014).

Originalmente, segundo a autora, nos primeiros anos da pesquisa espacial, o setor se beneficiou amplamente de tecnologias desenvolvidas por outros setores, como o aeronáutico e o de defesa, para suas atividades. Essas tecnologias então passaram por processos que aumentaram suas potencialidades, como ampliação da resistência a ambientes hostis, redução de peso e dimensão, redução do consumo de energia, etc. Após serem testadas e utilizadas em atividades espaciais – com essas novas características – essas tecnologias então foram repassadas para setores diversos, atendendo necessidades econômicas e sociais, caracterizando o processo de *spin-off*.

Ainda, para Oliveira (2014), os impactos do programa espacial na indústria são amplos e podem ser classificados em duas categorias:

- Impacto Industrial Direto: resultante da assinatura de contratos entre a agência espacial contratante e a empresa para desenvolvimento de produtos e tecnologias, resultando na melhoria da planta industrial e no estímulo do setor;
- Impacto Industrial Indireto: conhecimento adquirido pelo corpo funcional da empresa a partir da participação desta em contratos com a agência espacial, que se reflete em atuações fora da área espacial. Englobam transferência de tecnologia, competências, melhoria de qualidade, melhoria de processos, etc.

Alguns fatores influenciam na ocorrência de *spin-in* e *spin-off* no setor espacial, como a proximidade tecnológica entre o setor espacial e o setor receptor de tecnologia; o grau de diversificação do portfólio de serviços da empresa receptora e a existência de uma política empresarial interna especial para tratar de transferência tecnológica espacial (OLIVEIRA, 2014).

Já por parte do governo, algumas ações podem ser tomadas para ampliar o alcance efetivo da política de *spin-in* e *spin-off* tecnológico do setor espacial, conforme sugere Oliveira (2014):

- Criação de escritório de transferência tecnológica para identificar e catalogar tecnologias com potencial de aplicação não-espacial, verificando as necessidades dos diversos setores e direcionando as tecnologias adequadas para solucionar cada demanda, enquanto presta assistência durante todo o processo;
- Criação de uma base de dados on-line com a lista catalogada e atualizada de tecnologias disponíveis para transferência a setores não-espaciais, especificando detalhes de cada uma;
- Criação de políticas públicas de suporte a projetos de empreendedorismo *spin-off* do setor espacial, que possuam projetos claros de aplicação dessas tecnologias em usos não-espaciais.

A tomada de ações pelas duas extremidades da equação é de extrema importância para o sucesso do processo, visto que há naturalmente uma dificuldade de transferência tecnológica do setor espacial para outros setores, dada a alta complexidade, especificidade e custos de seus produtos – o que muitas vezes restringe sua aplicação e dificulta sua produção em massa.

Análise Econômica do Setor Espacial no Brasil

Segundo Mônica Oliveira (2014), o Brasil, quando comparado a outros países com setores espaciais igualmente ativos, apresenta um reduzido impacto econômico proveniente de programas de alta tecnologia espacial, visto que apresenta um baixo grau de integração econômica tanto intersetorial como intra-setorial, o que dificulta a disseminação de tecnologias desenvolvidas. Há também o aspecto da pequena escala do setor espacial brasileiro, que muitas vezes é incapaz de desenvolver todas as tecnologias necessárias a um projeto e tem que

recorrer a fornecedores externos, com tecnologia pronta e de transferência inacessível.

A mesma autora sugere que uma interpretação que pode ser feita das limitações industriais do setor espacial brasileiro atual é que existe uma dificuldade persistente em transformar sua capacidade científica e tecnológica instalada em universidades e institutos de pesquisa em geração de renda, produtos e empregos no setor produtivo. O setor espacial no Brasil permanece restrito ao atendimento das necessidades governamentais em meteorologia e sensoriamento remoto, com limitada participação de seu parque industrial. Apesar de acumular um invejável histórico de pesquisa e experimentação na produção de estudos, tecnologias e aplicações, o Brasil continua incapaz de produzir soluções espaciais para atender a demandas comerciais, internas ou estrangeiras.

De acordo com o ex-diretor geral do INPE, Gilberto Câmara (2015), países com indústrias aeronáuticas fortes desfrutam também de indústrias espaciais relevantes – já o contrário não se verifica. Como exemplo, vemos que os Estados Unidos, França e Canadá têm indústrias aeronáuticas desenvolvidas e tradicionais, por conseguinte apresentando sólidos setores espaciais com grande parcela comercial; já China e Índia, que não possuem indústria aeronáutica de vulto, possuem setores espaciais essencialmente restritos ao atendimento de necessidades governamentais.

Observa-se que contratos de origem militar ou espacial, assinados junto à indústria aeronáutica, geram alto número de *spin-offs* para outros setores da economia. Nos Estados Unidos, cerca de 25% do faturamento anual da indústria aeronáutica provêm de contratos com o setor espacial. Mediante esses dados, é necessário balizar a posição do cenário brasileiro, que possui uma indústria aeronáutica forte, mas cuja mesma quase não se envolve no setor espacial:

No Brasil, temos uma situação singular, na qual o maior exportador brasileiro é a EMBRAER, com um faturamento anual de mais de US\$ 2 bi. No entanto, nossa indústria espacial representa menos de 3% do faturamento global do setor aeroespacial. Este descompasso entre a EMBRAER e as outras empresas nacionais do setor já vem tendo consequências práticas: uma parcela substancial da tecnologia embutida em seus aviões é

obtida no exterior, inclusive em áreas com alto valor adicionado como eletrônica e computação embarcada. A médio e longo prazo, esta dependência tecnológica em setores cruciais, além de prejudicar sobremaneira o balanço líquido de pagamentos do setor, pode gerar graves limitações à autonomia decisória e ao planejamento da empresa (CÂMARA, 2015).

Câmara (2015) verifica que o setor espacial brasileiro apresenta uma estrutura organizacional confusa, ao contrário de outros países, que instituíram um contratante estatal único. Essa pluralidade de órgãos contratantes gera inconsistência e falta de transparência nos processos de contratação, resultando num parque industrial dependente e sem autonomia. Inexiste uma política industrial para o programa espacial brasileiro, que possa conduzir projetos de longo prazo através de uma coordenação do setor industrial para a produção de tecnologia nacional – que eventualmente possa ser alvo de *spin-off*.

Tais características, todavia, não são fruto de ausência normativa, visto que a Política Nacional de Desenvolvimento de Atividades Espaciais⁸¹ (PNDAE), atualizada pela Agência Espacial Brasileira e promulgada pelo presidente Itamar Franco em 1994, delibera que o objetivo central do setor espacial brasileiro deve ser o de desenvolver as tecnologias e capacidades necessárias para solucionar problemas nacionais em benefício da sociedade brasileira. Segundo Oliveira (2014), para atingir tal objetivo, a PNDAE determina que:

- Seja estabelecida competência técnica científica nacional para gerar autonomia tecnológica para a solução dos problemas brasileiros, oferecendo alternativas mais econômicas em relação às disponíveis (ou mesmo indisponíveis) no exterior;
- Seja realizado o desenvolvimento de um conjunto de serviços que propicie à população o pleno acesso às informações espaciais de seu interesse;
- Seja readequado o setor produtivo industrial para adquirir as competências necessárias para participar do mercado de bens e serviços espaciais.

⁸¹

Estabelecida pelo Decreto nº 1.332 de 8 de dezembro de 1994.

O desencontro entre o discurso normativo e o cenário real é resultado da falha no cumprimento das etapas para se atingir esses objetivos, ou seja: pouca concentração de esforços em programas mobilizadores, falha no estabelecimento de parcerias internacionais duradouras, pouco incentivo à participação da indústria nacional, diluição dos recursos alocados, incoerência na escolha de programas e falta de conciliação dos objetivos tecnológicos com os objetivos científicos. Pode-se apontar também que há uma falha na compreensão geral do público das atividades realizadas pelo programa espacial, que ainda não consegue estabelecer uma relação clara entre os serviços que usufrui diariamente (comunicações, meteorologia, geolocalização) e os esforços brasileiros no setor:

Preservar o patrimônio da Amazônia seria razão suficiente para os investimentos governamentais na área espacial. No entanto, cita[-se] diversos outros, como: monitoramento do território nacional, com dimensões continentais; informações meteorológicas, com aplicações essenciais para, por exemplo, os setores de transportes e agrícola; reservas de petróleo na camada do pré-sal da costa brasileira; monitoramento dos recursos hídricos, outra grande riqueza nacional. Relatório emitido pela Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República (SAE) cita ainda a importância de incrementar a segurança no sistema de comunicações, atualmente controlado por companhias estrangeiras, o que representa riscos de segurança civil e militar (OLIVEIRA, 2014).

A maioria dos entrevistados do presente trabalho registrou opiniões semelhantes às desenvolvidas por Oliveira (2014), destacando os problemas advindos da dicotomia existente entre intenção e ação no setor espacial brasileiro. As referências são em relação aos dados sobre a redução do quadro de pesquisadores dos institutos e no reduzido volume de recursos efetivamente aportados ao setor. Os quadros estão sendo reduzidos devido à aposentadoria da geração que iniciou a carreira ainda nos anos 1980; o número de novos pesquisadores ingressantes não acompanha número de pedidos de aposentadoria,

fazendo com que precioso conhecimento seja perdido por falta de tempo para transmiti-lo corretamente. Os recursos destinados ao setor não cumprem as estimativas levantadas no Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), dado que o programa espacial não goza de alta prioridade junto às esferas políticas e nem mesmo dentro do Ministério de Ciência e Tecnologia – apesar do discurso oficial dizer o contrário.

Como forma de ilustrar o aporte de recursos anuais feitos pelo país no setor espacial, em relação a outros países, pode-se analisar a porcentagem do Produto Interno Bruto (PIB) investido em atividades espaciais no ano de 2007, conforme o gráfico abaixo:

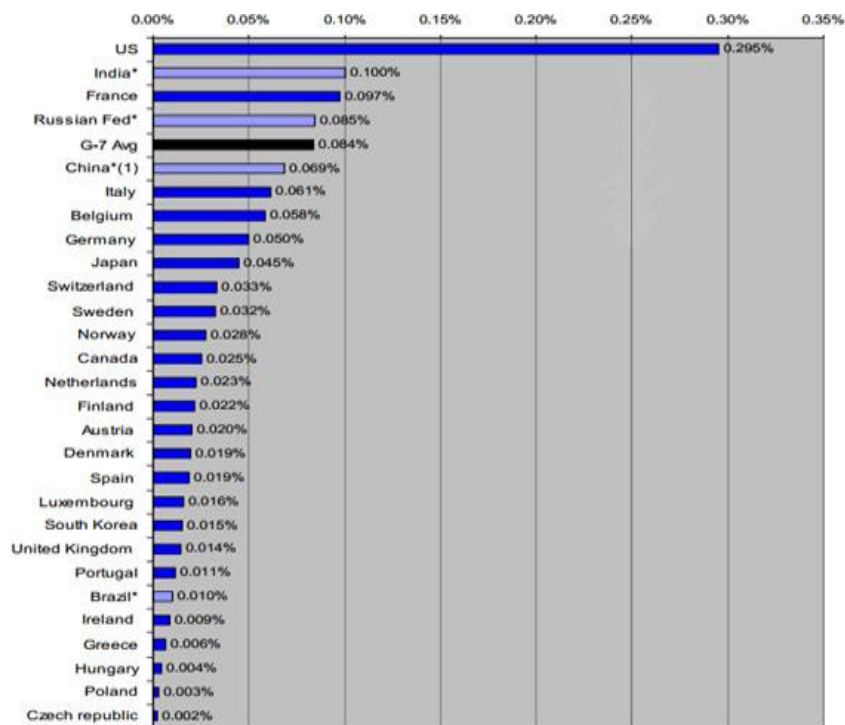


Figura 21 - Porcentagem do PIB investido em pesquisa espacial em 2007 (OLIVEIRA, 2014).

Parque Industrial Espacial Brasileiro

Quase totalmente localizado na cidade de São José dos Campos, maior município do Vale do Paraíba Paulista, o parque industrial

espacial brasileiro exhibe alto grau de sofisticação tecnológica. Como consequência dessa concentração, grande parte das empresas acaba também inserindo-se em outros setores, desenvolvendo tecnologias e produtos sobretudo para o setor aeronáutico e o de defesa. O modelo do setor industrial espacial brasileiro pode ser definido como um *cluster*, criado para captar e distribuir similaridades e complementaridades tecnológicas, qualificações e informações, visando atender a variadas demandas do mercado, transpondo setores e empresas:

Um “cluster” pode ser definido como um grupo de empresas e instituições associadas, geograficamente próximas (região administrativa ou diâmetro menor que 320 km), que atuam em um particular campo e se relacionam por pontos comuns e complementares, geralmente incluindo distribuidores, clientes, fabricantes de produtos complementares, fornecedores de infraestrutura especializada, instituições governamentais e outras, dedicadas ao treinamento especializado, educação, informação, pesquisa e suporte técnico, podendo ainda incluir associações comerciais e outras entidades associativas do setor privado, que apoiam seus participantes (OLIVEIRA, 2014).

O parque industrial espacial brasileiro divide-se basicamente em dois *clusters*: o que desenvolve e fornece tecnologias/produtos para o programa espacial, e o que recebe e utiliza, por *spin-off*, as tecnologias/produtos desenvolvidos para uso espacial. No primeiro *cluster* (fornecedor), podemos incluir as indústrias de componentes eletrônicos, sistemas hidráulicos e elétricos, telecomunicações, componentes mecânicos, sistemas de propulsão e equipamentos especiais, componentes estruturais, equipamentos ópticos, metalurgia, química e geração de energia. Já no segundo *cluster* (recebedor), são incluídas as indústrias do setor energético, agrícola, monitoramento ambiental, petrolífero, arrecadação fiscal, telecomunicações, informática, armamentos, transportes e pesca industrial (OLIVEIRA, 2014).

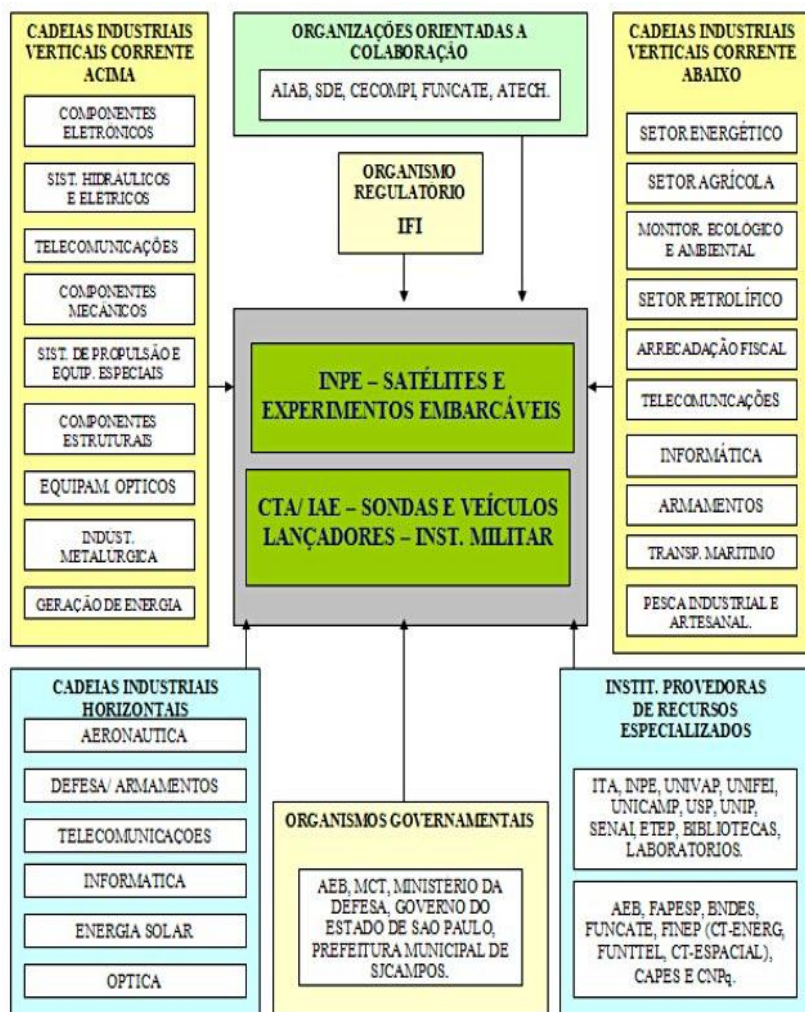


Figura 22 - O setor espacial brasileiro sob a ótica dos clusters (OLIVEIRA, 2014).

Embora concentrado e altamente interconectado, os *clusters* do setor industrial espacial brasileiro são frágeis e pouco integrados a outros setores produtivos, o que resulta em alta dependência do governo, que as contrata diretamente ou através de subcontratos. Tal dependência é negativa para o setor espacial porque acena com a incapacidade do

mesmo em atender demandas comerciais, como também dificulta sua condução devido à inconsistência dos contratos governamentais. Entre as empresas que já trabalharam com o programa espacial brasileiro, desenvolvendo tecnologias e produtos, estão a AEQ, Aeroeletrônica, Akros, Atech, Avibrás, Betatelecom, Cenic, Compsis, Digicon, Embraer, EQE, Equatorial, Escal, Fibraforte, LEG, Mectron, Neuron, Omnisys, Opto Eletrônica, Orbital, Tecnasa e Tectelcom (OLIVEIRA, 2014). Muitas dessas empresas já tiveram que modificar seus ramos de atuação para não mais depender do programa espacial, pois mesmo em associação são demasiado diminutas para assegurar aporte de recursos e garantias governamentais para o setor. Seu peso dentro da estrutura de campo do setor espacial brasileiro é, portanto, pequeno:

Mais concretamente, são os agentes, isto é, as empresas, definidas pelo volume e a estrutura do capital específico que possuem, que determinam a estrutura do campo e, assim, o estado das forças que se exercem sobre o conjunto (comumente chamado “setor” ou “ramo”) das empresas engajadas na produção de bens semelhantes. As empresas exercem efeitos potenciais que variam em sua intensidade, lei de decréscimo e direção. Elas controlam uma parte do campo (fatia do mercado), tanto maior quanto seu capital for mais importante (BOURDIEU, 2005).

Histórico de Transferências Tecnológicas

Com o início das pesquisas espaciais no Brasil em 1961, rapidamente surgiu a necessidade de se construir um centro de lançamento de foguetes em nosso território. A construção do Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) em Natal-RN em 1964 permitiu ao país efetivar com os Estados Unidos uma parceria científica para lançamento de foguetes de sondagem atmosférica da região equatorial. Após alguns meses operando foguetes de fabricação norte-americana no CLBI, a direção da CNAE sugeriu ao GETEPE que iniciasse a construção de um foguete nacional de sondagem atmosférica, para estudos meteorológicos e da baixa ionosfera. Esta foi a primeira interação entre o programa espacial brasileiro e o setor industrial nacional:

Em 1965 o GETEPE assumiu o desenvolvimento do foguete meteorológico junto com a Avibrás. Como o foguete foi financiado por recursos da Diretoria de Material da Aeronáutica, cujo diretor era também o presidente do GETEPE, ele foi denominado DM-6501. Em seguida foram desenvolvidos o DM-6601, DM-6701 e, posteriormente passou a ser denominado de SONDA I. Embora o SONDA I não tenha conseguido alcançar a posição de foguete operacional, propiciou os primeiros contatos com a indústria de compostos químicos, de tubos e artefatos que são utilizados nos foguetes (PEREIRA, 2008).

A Avibrás Aeroespacial foi criada em 1961 em São José dos Campos por ex-alunos do Instituto Tecnológico da Aeronáutica, com o objetivo de desenvolver aeronaves comerciais. A empresa foi contratada pelo GETEPE para desenvolver o foguete de sondagem Sonda I. Para atender as especificações da agência governamental, a Avibrás teve de desenvolver uma série de tecnologias até então inéditas em território nacional: para suportar a pressão do combustível no invólucro do veículo, a Avibrás contratou a Termomecânica São Paulo S/A para desenvolver tubos de alumínio de alta resistência sem costura de solda, bem como desenvolveu o primeiro combustível sólido do tipo *composite*⁸² fabricado no Brasil (FEROLLA, 2015).

Embora foguetes bélicos já estivessem sendo desenvolvidos e produzidos no Brasil desde 1949 dentro do Instituto Militar de Engenharia (IME) para o Exército Brasileiro, a construção do Sonda I provou-se inovadora pelos requisitos modernos que ensejava. Até então, os foguetes balísticos produzidos no Brasil eram propelidos por propelentes à base de pólvora preta ou de base dupla⁸³, e seu corpo era projetado com base em tubos já produzidos pela indústria nacional, para outras finalidades (BASTOS, 2012).

Com base no bem-sucedido uso de foguetes balísticos de saturação durante a Segunda Guerra Mundial, o Exército Brasileiro

⁸² Propelente baseado em Perclorato de Amônio (NH_4ClO_4).

⁸³ Mistura de dois propelentes: um instável de alta-energia e um estabilizador de baixa-energia. Geralmente nitroglicerina ($\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$) dissolvida atua como alta-energia.

rapidamente adotou a doutrina de uso dessas armas, passando a considerá-los vetores de combate de grande importância em sua estrutura de prontidão. O sucesso das primeiras iniciativas nacionais de desenvolvimento e construção de foguetes balísticos nas décadas de 1950 e 1960 serviu de aprendizado e aclimação, embora os produtos fossem tecnologicamente inferiores aos similares estrangeiros. Dessa forma, o primeiro caso de *spin-off* de tecnologia espacial no Brasil ocorreu em 1972, quando o Exército encomendou à Avibrás o desenvolvimento do foguete balístico X-40:

Em 1972, através de pesquisas do então IPD (Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento), surgia o foguete X-40 que possuía um alcance de 68 quilômetros com sua carga útil de 150 quilogramas impulsionado por propelente sólido do tipo 'Composite'. A novidade neste caso é o uso de computadores para os cálculos desse projeto. A indústria paulista Avibras produziu o X-40 em série, chegando a ser montado em uma configuração de três foguetes sobre um veículo blindado sobre lagartas denominado XLF-40. Uma outra configuração foi o lançador singelo que hoje se encontra exposto no Centro Tecnológico do Exército (CTEx), montado sobre uma carreta Sanvas de duas rodas auto rebocadas (BASTOS, 2012).

Vê-se que o conhecimento tecnológico desenvolvido pela Avibrás para o pequeno foguete Sonda I foi transferido para uso no setor de defesa com o portentoso foguete X-40. O uso do novo propelente *composite* conferiu um alcance bem maior à arma, que para suportar a pressão do motor, teve que ser construído com o mesmo tubo de alumínio de alta resistência sem costura feito para o Sonda I. Estima-se que o domínio nacional da construção desses tubos tenha economizado ao Brasil cerca de 1 milhão de dólares mensais em substituição de importações, ao mesmo tempo em que capacitou a indústria automotiva a fabricar e exportar válvulas de motores (FEROLLA, 2015).

Ao mesmo tempo, a Avibrás protagonizou também um caso de *spin-in* ao absorver do Exército conhecimentos na área de foguetes balísticos, que acabaram tendo uso na área espacial. A combinação desses conhecimentos também forneceu os subsídios tecnológicos

necessários para que, em 1981, a empresa criasse o sistema de artilharia de saturação ASTROS II⁸⁴, que foi exportado para sete países (incluindo Arábia Saudita, Iraque e Indonésia), e provado em combate real durante a Guerra Irã-Iraque, Guerra do Golfo e Guerra Civil Angolana. Cada bateria tem valor aproximado de 10 milhões de dólares, e centenas foram fabricadas para uso nacional e exportação (BASTOS, 2012).



Figura 23 - Lançador de foguetes ASTROS II, desenvolvido pela Avibrás (BASTOS, 2012).

Durante o período de vigência do Projeto SACI, no começo da década de 1970, a Avibras foi contratada pelo INPE para desenvolver antenas parabólicas para captação e transmissão de sinal via satélite, para permitir a comunicação entre São José dos Campos e diversas

⁸⁴

Acrônimo para “Artillery SaTuration ROcket System” (Sistema de Artilharia de Saturação por Foguetes).

idades do Rio Grande do Norte através de banda contratada em satélites geoestacionários norte-americanos:

Outro projeto de grande sucesso, decisivo para as comunicações via satélite no nosso extenso território, foi o desenvolvimento das antenas de 10 metros de diâmetro e equipamentos associados. Baseado em uma solução decisiva e inovadora, com capacidade de rápida montagem e desmontagem em locais inóspitos, como na selva amazônica, onde não estiveram disponíveis equipamentos de apoio, como guindastes e caminhões, sendo utilizadas, várias vezes o único meio disponível – canoas, foi possível a montagem das antenas em praticamente todo o imenso território brasileiro. Esse sistema permitiu a formação de uma rede que interligou todo o território brasileiro, inclusive as áreas remotas do país, operando em conjunto com os satélites Intelsat e Brasilsat. Em função dessa capacidade pioneira adquirida, a AVIBRAS foi a primeira empresa, no início dos anos 80, contratada pelo Comando Geral das Forças Armadas para pesquisar, desenvolver e fornecer antenas de comunicações via satélite, para o Sistema Brasileiro de Comunicação Militar via Satélite. Tudo isso permite, hoje, à empresa oferecer uma linha completa de antenas profissionais para comunicação por satélite, para uso militar e civil, assim como equipamentos relacionados às estações de terra. As antenas de satélite da AVIBRAS, de 10 metros de diâmetro são responsáveis pela maior parte da cobertura de telecomunicação do vasto território brasileiro (LEITE, 2015).

Segundo Guilherme Reis Pereira (2008), o desenvolvimento nacional da tecnologia dos tubos de alumínio de alta resistência para o programa de foguetes de sondagem passou a desfrutar de grande

credibilidade após os primeiros sucessos com o Sonda I e Sonda II, e logo outras empresas como Eletrometal, Acesita e Usiminas foram também contratadas para desenvolver os metais. A Força Aérea Brasileira investiu pesadamente ao instalar na Eletrometal o maior forno do hemisfério sul para tratamento térmico de metais em atmosfera controlada.

A partir de 1969 deu-se o início do desenvolvimento do Sonda III, que representava uma significativa ampliação de complexidade de projeto, visto que era um foguete de dois estágios, que usava pela primeira vez no Brasil um sistema de instrumentação completo, sistema de ignição e separação de estágios, carga útil tecnológica para aquisição de dados durante todo o voo e um sistema de teledestruição. E o mais importante de tudo: seu projeto demandou o desenvolvimento de uma estrutura gerencial mais profissionalizada e organizada, inaugurando uma nova metodologia de pesquisa e trabalho com engenharia complexa. Esse conhecimento foi repassado via *spin-off* ao parque industrial espacial, tanto para a Avibrás bem como para empresas nascentes como a Órbita Sistemas Aeroespaciais S/A – que utilizou esse conhecimento para atuar nos setores espacial e de defesa (BASTOS, 2012).

Gouveia (2003) sustenta que com o desenrolar das conversações sobre evoluir o programa espacial brasileiro para um estágio de independência, ou seja, com capacidade própria de lançamento de satélites, o IAE iniciou em 1976 os estudos e especificações para um veículo intermediário entre foguetes de sondagem e o eventual lançador de satélites: o Sonda IV. Este projeto ampliou sobremaneira a complexidade dos trabalhos no instituto, e pela primeira vez uma equipe multidisciplinar foi envolvida, inclusive com a participação de profissionais especializados em práticas de gerência de projetos. Os trabalhos no Sonda IV inauguraram a utilização da metodologia conhecida por Estrutura Analítica de Projetos, um processo que subdivide o projeto e as entregas em componentes menores e mais facilmente gerenciáveis. Isso tornou possível um controle preciso de prazos e custos, além de definições claras de responsabilidade. Com mais de 2.000 peças mecânicas – mais do que o dobro do Sonda III – o desenvolvimento do Sonda IV foi dividido em 24 pacotes de trabalho separados, cada um exigindo uma expertise diferente. Desse complexo modelo de desenvolvimento, surgiu a necessidade de desenvolvimento de muitas tecnologias diferentes, sendo destacada a produção do aço adequado às grandes pressões exercidas sobre o envelope do motor:

Dentre todas as tecnologias pesquisadas, vale falar mais de um caso especial: a criação do propulsor S-40, do primeiro estágio. Devido às características do SONDA IV, o seu propulsor tinha que ser mais avançado que os demais anteriormente usados. Os planos também ditavam que os S-40 fossem usados em um futuro Veículo Lançador de Satélites (VLS), o que exigia qualidade. Portanto, um dos requerimentos desse propulsor era que fosse feito de um tipo especial de aço com uma enorme resistência, cerca de 200 kgf/mm², algo que requeria um avanço tecnológico no tratamento do aço comum. Chamado de Programa 300M (o nome do aço ultra-resistente) ele contou com a participação de três empresas que já vinham dando contribuições ao Programa Espacial: Acesita, Usiminas e Eletrometal. Após muitas pesquisas e investimentos, foi desenvolvida uma técnica de fusão avançada, chamada de “Eletro-Slag”, que conseguiu que o 300M suportasse uma pressão de 210 kgf/mm². Com o domínio da técnica de “Eletro-Slag” pelas indústrias, foi possível uma construção seriada do 300M e, portanto, surgiram as possibilidades de comercialização. Atestando a qualidade do aço, o mesmo foi selecionado pela BOEING para equipar os trens de pouso de seus jatos 747. Ou seja, não só o país economizou ao comprar um composto mais barato aqui, como também lucrou ao poder vendê-lo ao exterior (FEROLLA, 2015).

Ao mesmo tempo, os Estados Unidos iniciaram embargo comercial de produtos espaciais para o Brasil, por considerar o programa brasileiro de natureza militar. Esse fato atrasou o desenvolvimento dos veículos espaciais a partir da segunda metade da década de 1970, e impulsionou também o controle tecnológico nacional sobre o combustível sólido de propulsão de foguetes.

De acordo com Guilherme Reis Pereira (2008), o combustível sólido utilizado nos foguetes da família Sonda é constituído de uma mistura sólida de combustível e oxidante. O oxidante é composto de perclorato de amônio e o combustível é alumínio em pó. Controlar o processo de fabricação de perclorato de amônio em território nacional foi um feito conseguido no começo dos anos 1980, e a partir de 1983 começou a funcionar a Usina de Propelentes Coronel Abner (UCA), órgão de controle militar ligado ao IAE. Além de fornecer o combustível sólido para o Sonda IV – que teve quatro lançamentos bem-sucedidos entre 1984 e 1989, atestando a excelência dos processos de gerência e tecnologias empregadas em seu desenvolvimento – a UCA permitiu a continuidade do desenvolvimento do Veículo Lançador de Satélites (VLS) e outros foguetes de sondagem brasileiros até os dias atuais, cortando a dependência externa no fornecimento de combustível. A usina também exporta perclorato de amônio em grandes quantidades para a indústria de defesa de Israel e outros países, em negócios que somam centenas de milhões de dólares anuais.

Engenheiros químicos egressos do IAE realizaram *spin-off* da tecnologia de fabricação de perclorato de amônio para fundar a AEQ Aeroespacial, Química & Defesa em Jacareí. A empresa é fornecedora do parque industrial espacial e de defesa como também atua como exportadora de sistemas de defesa para diversos países. Os compostos químicos desenvolvidos para os propelentes de foguetes hoje também suprem o mercado nacional com matéria-prima para a fabricação de colas, tintas, borrachas para solado de sapato, juntas de dilatação e espumas (FEROLLA, 2015).

Durante o período de desenvolvimento da família Sonda, a indústria recebeu tecnologia de fabricação de paraquedas e boias de flutuação para recuperação das cargas-úteis científicas dos foguetes, que acabaram inovando as técnicas de tecelagem e impregnação de tecidos, cordas e fitas de alta resistência. Tais tecnologias possibilitaram a fabricação nacional de fios de nylon de alta tenacidade, a impregnação de tecidos com neopreno⁸⁵, a produção de tecidos com porosidade controlada, bem como a produção de cordas e fitas de alta resistência (FEROLLA, 2015).

De acordo com o Brigadeiro Sérgio Xavier Ferolla (2015), o setor aeronáutico brasileiro beneficiou-se em larga medida das

⁸⁵

Borracha sintética utilizada na fabricação de trajes de mergulho, isolamento elétrico, correias automotivas e materiais promocionais.

tecnologias desenvolvidas para os foguetes da família Sonda, elevando o status da Embraer a fornecedora de grandes empresas estrangeiras:

As pesquisas e os desenvolvimentos levados a efeito pelo CTA na área de materiais compostos não metálicos, visando à obtenção de estruturas de foguetes de fibras e resinas especiais, contribuíram para o desenvolvimento, por exemplo, de partes de aviões. A EMBRAER por algum tempo foi a única fornecedora para a BOEING-DOUGLAS dos "flaps", feitos com material composto, das enormes asas do avião MD-11. O elenco completo de benefícios para a sociedade nacional, das pesquisas e desenvolvimentos aeronáuticos e espaciais conduzidos pelo CTA, é imenso. (...) Somente esses benefícios, sob o aspecto financeiro, são dezenas de vezes maiores do que tudo que já foi despendido nos projetos exemplificados.

A Produção de Satélites pela Indústria Nacional

A experiência brasileira com fabricação de satélites começa com a aprovação da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB) em 1979. O INPE já possuía quase duas décadas de experiência na operação de satélites estrangeiros e dominava diversos processos de processamento de dados de sensoriamento remoto e aplicações científicas – possuindo, portanto, a base de conhecimentos necessária para iniciar o desenvolvimento dos próprios artefatos espaciais. Colaborou para o fato o grande número de pesquisadores brasileiros formados no exterior, tanto nos centros espaciais dos Estados Unidos quanto da Europa, que estagiaram nos projetos de construção de diversos satélites.

A MECB estipulou o desenvolvimento de quatro satélites brasileiros: dois Satélites de Coleta de Dados (SCD) e dois Satélites de Sensoriamento Remoto (SSR). Os SCDs tinham por objetivo retransmitir dados das mais de mil Plataformas de Coleta de Dados (PCDs) que compõem o Sistema Brasileiro de Coleta de Dados. Esse sistema é composto de PCDs espalhados por todo o território nacional, incluindo o oceano, que registram dados meteorológicos locais, formando no conjunto o mapa do tempo no Brasil:

As PCDs são estações ambientais automáticas equipadas com sensores para obtenção de informações como nível de precipitação pluviométrica, pressão atmosférica, temperatura ambiente, composição química do ar e da água, nível de água em rios e represas, dentre outros. O satélite recebe estas informações das PCDs por meio remoto e as retransmite às estações de recepção do INPE, que realizam o tratamento dos dados e a disponibilização aos mais de 100 usuários cadastrados no Sistema Brasileiro de Coleta de Dados (OLIVEIRA, 2014).

As primeiras PCDs foram projetadas pelo INPE e montadas com sensores adquiridos no exterior. Posteriormente, empresas brasileiras como a Neuron Eletrônica, de São José dos Campos, capacitaram-se a construir essas plataformas, e atualmente existe um projeto de nacionalização completa dos sensores e transmissores nelas utilizados.

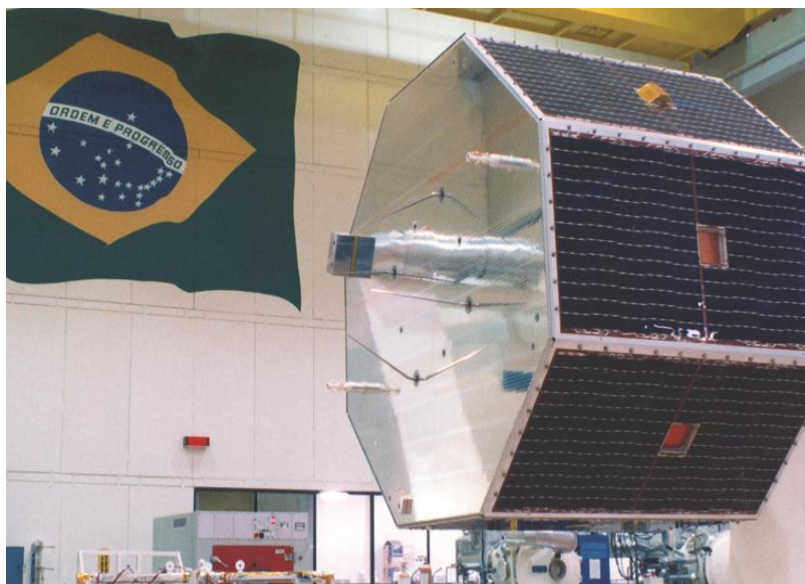


Figura 24 - Satélite SCD-1 no INPE (OLIVEIRA, 2014).

Os satélites SCD-1 e SCD-2 foram inteiramente projetados, desenvolvidos, qualificados, integrados e testados no INPE, seguindo a metodologia de desenvolvimento de projetos espaciais absorvida por seus pesquisadores no exterior. A participação tecnológica da indústria nacional nos componentes do SCD-1 foi de 10%: a maioria dos eletrônicos foi adquirida no exterior, principalmente da Alemanha e do Japão. O satélite ficou pronto em 1992 e foi lançado ao espaço em 1993 em um lançador norte-americano, devido ao atraso no desenvolvimento do VLS. O SCD-2, que ficou pronto cinco anos depois, dobrou a taxa de participação da indústria nacional em sua construção, atingindo 20% com a participação da Embraer na fabricação da estrutura mecânica, da Digicon de Gravataí-RS na montagem dos painéis solares, e da Tecnasa de São José dos Campos no desenvolvimento dos sistemas de telemetria e comunicação. Os dois satélites tinham vida útil programada de doze meses, mas encontram-se operacionais até os dias de hoje, transmitindo os dados das PCDs para as estações terrestres do INPE em Cuiabá e Alcântara, tendo importante papel para a previsão do tempo e monitoramento dos níveis de água de rios e represas (OLIVEIRA, 2014).

Com a crise financeira dos anos 1980 e a queda dos investimentos no setor espacial durante a década de 1990, o desenvolvimento dos Satélites de Sensoriamento Remoto (SSR) ficou comprometido. Optou-se pelo desenvolvimento de satélites desse tipo numa parceria binacional com China no programa CBERS, assinada em 1988:

Foram vários os motivos que levaram à cooperação entre o Brasil e a China. Por um lado, o Brasil já apresentava capacitação em metodologia de interpretação de dados de satélite de sensoriamento remoto e meteorológico, formação de cientistas e engenheiros em países desenvolvidos, e estava se formando um parque industrial no país que tinha familiaridade com componentes eletrônicos. Por outro lado, a China possuía um programa espacial bem-sucedido iniciado nos anos 1950, e já havia desenvolvido o lançador Longa Marcha, satélites, centro de lançamento e infra-

estrutura de rastreo, recepção e controle (PEREIRA, 2008).

O acordo, estimado em 150 milhões de dólares, previa 30% das responsabilidades e custos para o Brasil e os 70% restantes para a China. Os satélites CBERS eram, sob todos os pontos de vista, consideravelmente mais complexos e maiores do que quaisquer outros já fabricados no país. Seu desenvolvimento se deu mediante um aumento considerável da participação da indústria nacional, na época composto por diversas empresas abertas por ex-funcionários do INPE que decidiram passar para o setor privado. Esse processo representou – mesmo que inadvertidamente – o primeiro grande *spin-off* de tecnologias e metodologias de desenvolvimento de componentes de satélite para a indústria brasileira, o que permitiu que o INPE deixasse de se preocupar com a fabricação e pudesse se ater a projetar e especificar equipamentos e subsistemas (OLIVEIRA, 2014).



Figura 25 - Satélite da família CBERS em órbita (BRASIL, 2010).

A data inicial para lançamento do CBERS-1, em dezembro de 1992, foi inviabilizada pelo atraso do governo brasileiro em assinar os contratos com as empresas desenvolvedoras, fato que ocorreu somente no segundo semestre de 1991. Dessa forma, foi acordada uma nova previsão de lançamento para outubro de 1996:

A falência da [empresa] ESCA (que havia assinado contratos com o INPE individualmente e junto com o Consórcio ADE⁸⁶) no primeiro semestre de 1995, no entanto, provocou novos atrasos no desenvolvimento do programa. Para dar continuidade ao desenvolvimento dos equipamentos e subsistema, foi contratada a Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – Funcate, na condição de fundação de apoio devidamente credenciada, para prestar apoio institucional ao INPE neste projeto. A Funcate recontratou as mesmas empresas que já eram subcontratadas da ESCA ou do consórcio de feito (OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Mônica Oliveira (2014), o CBERS-1 foi finalmente lançado com sucesso em 14 de outubro de 1999, e do montante tecnológico a cargo do Brasil (30% do satélite), a indústria nacional colaborou com 29% do desenvolvimento e fabricação – sendo importados os componentes restantes. A Funcate coordenou o maior grupo de empresas do setor espacial brasileiro num único projeto até então, estabelecendo contratos com Akros Engenharia, Aeroeletrônica, Aviônicos, Neuron Engenharia, Digicon, Fibraforte Engenharia, Micromax Eletrônicos, Compsis Sistemas, Leg Engenharia, Equatorial, R-Cubed, Microeletrônica, Asacell Sistemas, Elebra Sistemas, MCOMM Tecnologia, Beta Telecom e Espacial Sistemas.

O CBERS-2, lançado ao espaço em outubro de 2003, seguiu o mesmo modelo de desenvolvimento, sendo que ambos os satélites

⁸⁶

O consórcio ADE era formado pelas empresas Akros, Digicon e ESCA. Foi contratado pelo INPE para desenvolver uma série de subsistemas do CBERS. O ADE, por sua vez, subcontratou uma gama de empresas, muitas das quais haviam sido fundadas por ex-funcionários do INPE, que haviam participado dos programas anteriores de desenvolvimento de satélites (OLIVEIRA, 2014).

superaram as expectativas de operação: com vida útil projetada de 2 anos, o CBERS-1 permaneceu em operação por 4 anos, e o CBERS-2 continuou operacional por 5 anos. A renovação da parceria foi assinada, fruto do resultado positivo observado pelas duas nações:

O programa CBERS não previa a transferência de conhecimento entre as partes brasileira e chinesa, mas tão somente a divisão de tarefas que permitissem alcançar o objetivo final em comum. A parceria, no entanto, permitiu ao Brasil dar um salto considerável na complexidade de seus projetos espaciais em relação aos projetos que havia desenvolvido até então. Para o lado chinês, a parceria foi também muito proveitosa, sobretudo para capacitação quanto às metodologias de desenvolvimento de projetos espaciais utilizados pelas principais agências espaciais ocidentais (OLIVEIRA, 2014).

Firmado em 2004, o acordo para o desenvolvimento do CBERS-2B mantinha a proporção de responsabilidades em 30% e 70% para Brasil e China, respectivamente, e o processo de fabricação tomou vantagem da vasta expertise advinda do programa anterior. O CBERS-2B era em grande medida similar aos satélites anteriores, e além da continuação da contratação da Funcate, a grande novidade foi a contratação da Omnisys Engenharia, de São José dos Campos, para a fabricação de componentes para subsistemas de responsabilidade chinesa. Após dois anos em desenvolvimento, o satélite foi lançado em 19 de setembro de 2007.

A responsabilidade brasileira, segundo dados da autora, foi ampliada para 50% na nova parceria para desenvolvimento dos satélites CBERS-3 e CBERS-4, o que demonstra o reconhecimento de competência do parque industrial espacial do país. Os novos satélites foram projetados para atender às demandas ampliadas dos usuários dos sistemas de imagens de mapeamento terrestre, passando a portar câmeras de maior resolução e abrangência espectral. O desenvolvimento dessas câmeras ficou a cargo da Opto Eletrônica, de São Carlos-SP, que destacou-se no coletivo de empresas do setor espacial brasileiro trabalhando no programa pelas dificuldades que enfrentou para

contornar o embargo comercial de componentes espaciais imposto pelos Estados Unidos ao Brasil: um atraso foi gerado no lançamento do CBERS-3 devido ao embargo americano no envio de peças já adquiridas para as câmeras do satélite.

Lançado em dezembro de 2013, o CBERS-3 perdeu-se no espaço devido a uma falha no último estágio do foguete chinês⁸⁷, permanecendo em contato apenas pelo tempo suficiente para enviar sinais de que seus sistemas internos estavam funcionando normalmente. Devido ao insucesso, China e Brasil acordaram em agilizar o desenvolvimento do CBERS-4 para apenas 1 ano, e o satélite foi colocado com sucesso em órbita em 7 de dezembro de 2014.

No programa de desenvolvimento dos CBERS-3 e CBERS-4, do montante tecnológico sob responsabilidade brasileira (50% de cada satélite), a indústria espacial nacional respondeu por 62% do desenvolvimento e fabricação, mais do que dobrando a taxa de participação dos programas anteriores. Uma diferença marcante deste último programa para os anteriores é que ao invés de apenas fabricar, a indústria nacional pôde também projetar diversos dos subsistemas dos satélites, em parceria com o INPE:

No entanto, para a grande maioria dos subsistemas e equipamentos, a autoria de projeto ficou integralmente a cargo da indústria, tanto em razão do incremento tecnológico dos CBERS-3&4 em relação aos anteriores quanto, ou sobretudo, em função das constantes alterações de projeto que se fizeram necessárias para contornar os pesados embargos internacionais para fornecimento dos componentes com qualificação espacial que estavam previstos nos projetos, por terem sido utilizados nos satélites CBERS-1&2 (OLIVEIRA, 2014).

O Desafio de Manter a Capacitação da Indústria

⁸⁷

Ocorreu uma falha no 3º estágio do foguete Longa Marcha 4B, que não conseguiu imprimir velocidade suficiente para impulsionar o satélite até a órbita planejada. Consequentemente, o mesmo perdeu-se e reentrou a atmosfera, queimando totalmente (OLIVEIRA, 2014).

A manutenção da capacidade tecnológica da base industrial espacial, contudo, pode ser comprometida pela descontinuidade e inconsistência das compras realizadas pelas agências governamentais. Fora das parcerias binacionais, em programas inteiramente brasileiros, não se observa a mesma constância de contratações nem de investimentos. As estipulações orçamentárias do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) não são acompanhadas pelo orçamento anual destinado ao setor espacial. Essa inconsistência coloca dúvidas sobre o futuro do setor industrial, visto que o volume de investimentos em pesquisa para projetos espaciais é significativamente maior no setor espacial do que a média dos outros setores. Se houver grandes rupturas na sequência de compras, haverá perda de conhecimento tecnológico, conforme comenta P04:

Aqui nós temos parte dos satélites fornecidos pela indústria nacional, outra parte não. A parte de controle é importada, mas a parte de estrutura, de computador de bordo, câmeras, isso já é fornecido pela indústria nacional. Mas o planejamento não leva isso em conta. Lançamos o CBERS-4 e agora estamos em negociação pra firmar o CBERS-4A, e depois não há planejamento de sequência do CBERS. Tá meio nebuloso. O que tem hoje é uma missão na Plataforma Multimissão, que já tem muito tempo, e tem um primeiro que é o [satélite] Amazônia 1, então eu entendo que a prioridade do INPE é pra esse projeto do Amazônia 1, e o diretor quer concluí-lo. E pra esse tá tudo em desenvolvimento. Mas pro futuro não sabemos se vai ter um CBERS-5 ou um Amazônia 2. Existe até planejamento pra isso, mas que eu saiba não tem nada amarrado.

Numa análise do irregular fluxo de contratos das agências governamentais com o setor industrial espacial brasileiro, pode-se perceber que esse fator impacta diretamente na capacidade das empresas em manter e ampliar seus investimentos, o que é de primordial importância para manter a vanguarda tecnológica. Sobre esse cenário, comentou P03:

Existe um problema de demanda. As encomendas são muito espaçadas e aleatórias, e isso impede que a empresa possa ter um planejamento. Como é que você vai saber quantos funcionários você vai ter, ou quanto tempo você vai mantê-los, se você não tem noção de como será seu fluxo de caixa. Não sabe quantas encomendas vai ter, como se planejar? Já aconteceu mais de uma vez de ter-se contratado uma empresa para fazer um desenvolvimento, ela cobrou o desenvolvimento, mas aí quando vai pedir pra fazer, os funcionários que participaram do desenvolvimento já saíram e a empresa já se descapacitou. Isso já aconteceu várias vezes. Aí a empresa fecha, troca de pessoas, troca de atividades e diz que não tem mais interesse. Isso sim é problema de governo. O governo é que tinha que fazer um fluxo de dinheiro contínuo. Mas no instituto não sei quanto de dinheiro vou receber no ano que vem. Se o instituto não pode se planejar, imagine a empresa. Nunca se sabe quando virá o próximo contrato. Por isso digo que as empresas que dão certo são aquelas que não dependem do programa espacial, porque se depender dele tá ferrado. Não tem planejamento. Existe um planejamento de longo prazo, que é o PNAE, mas que é meramente retórico, não é cumprido. O governo diz: quanto você precisa? Preciso de 150 milhões. Então vou te dar 12 milhões e você vai levando. Mas o cara esquece da questão da obsolescência. Se o negócio que era pra ser feito em 2 anos vai ser feito em 20, você não vai fazer. Por exemplo: uma mulher tem um filho em 9 meses; 9 mulheres não têm um filho em 1 mês. Essa conta não funciona, não é linear. Se você quer fazer agora e precisa de 10 milhões, se for dado 1 milhão, não será feito em 10 anos. Você não vai fazer nunca. E o programa espacial está vivendo

assim há muito tempo. Esse descompasso todo tá matando tudo e perdendo a tecnologia. Infelizmente essa é a realidade.

De fato, os entraves que prejudicam o setor industrial espacial brasileiro não são de ordem técnica, mas sim de ordem política – nacional e internacional. No âmbito nacional, há a baixa prioridade orçamentária com que os sucessivos governos tratam o programa espacial desde a década de 1990; no âmbito internacional, há o embargo comercial de componentes espaciais exercido pelos Estados Unidos desde os anos 1980, e que vem sendo constantemente expandido para incluir hardware e software para diversas aplicações. A esse respeito, comenta P03:

Não são entraves técnicos. Existe embargo, embargo técnico, principalmente dos EUA. Existe a falta de recursos, que do ponto de vista da indústria é o principal. Porque eu separo bem o custo de desenvolvimento do custo de infraestrutura. O problema é que o programa espacial exige uma infraestrutura que é muito cara. Esse tipo de investimento normalmente a indústria não está em condições de pagar. Quem teria que pagar é o governo. Construir um laboratório pra fazer um túnel supersônico. A Embraer até hoje não tem um túnel supersônico, mas eles fazem avião. Por quê? Porque é muito caro. Eles alugam os túneis que existem aí pelo mundo. O governo tem que se envolver, não há como fazer isso sem a participação do governo. Não há como fazer um programa espacial totalmente privado. Nos EUA tem a SpaceX⁸⁸; mas eles usam a infraestrutura construída por décadas de programa espacial governamental. Aqui não tem isso. O investimento de pesquisa é dividido entre indústria e governo porque existe o *spin-off*; a indústria pega aquela tecnologia e desenvolve outras coisas que

88

Empresa privada que atua no setor de transporte de cargas ao espaço.

vão render dinheiro. Quando a Avibrás entrou em crise quando o Saddam não pagou os foguetes que ele tinha comprado, o que eles fizeram? Pegaram um monte de sua tecnologia de defesa e transformaram em tecnologia civil. Por exemplo: borracha pra aplicação em construção civil, transformaram carros de combate blindados em blindados para transporte de valores, pegaram antenas de rastreo e fizeram antenas parabólicas para televisão, fizeram um monte de produtos que eram *spin-off* da área de defesa. E estão vivos até hoje. A indústria tem que dar sua parte, mas o governo tem que participar.

O atual cenário adverso do setor espacial faz com que as empresas tenham que se adaptar a outros mercados para sobreviver na ativa. Boa parte das empresas do parque industrial espacial trabalha em múltiplos setores, tanto fazendo uso de tecnologias espaciais em *spin-off*, quanto utilizando tecnologias próprias para atender o mercado espacial em *spin-in*. P03 tece uma crítica a respeito das atitudes de diferentes empresas do setor mediante o restrito mercado espacial nacional, que tem no governo seu único cliente:

Olha, existem empresas sérias e existem empresas que mamam no setor espacial. Tem pontos bons e pontos ruins. Existem empresas boas e empresas picaretas. Empresa picareta é aquela que vive do programa espacial. Tá sempre se lamentando. Mas eles não pegam a tecnologia usada pra dar desdobramentos e utilizar essa tecnologia pra fazer outra coisa. Um exemplo de empresa séria, que participa do programa espacial e já gerou muito dinheiro pro país: a Avibrás. É a empresa mais séria que já vi se envolver no programa espacial. Empresa que mama: a XXX[o entrevistado cita o nome da empresa]A XXX mama no país. Só faz contratos através do governo brasileiro. Agora está aí com a ZZZ [o entrevistado cita o nome da empresa parceira]; eu

achei que isso ia ser a redenção da XXX, mas piorou pra caramba. Isso porque a ZZZ, que é uma empresa de construção civil, trata os pesquisadores como se fossem pedreiros: quando termina uma obra manda todo mundo embora e depois contrata de novo. Acontece que pedreiro tem milhões por aí, e gente que entenda de foguete tem meia dúzia. Considero a XXX uma mamadora. E tem pequenas empresas, eu conheço várias delas, que prestam serviço. E é sempre assim: aquelas que prestam serviço e têm outros meios de sobrevivência, prestam bons serviços. Aquelas que só dependem do programa espacial vivem se lamentando. Tem exemplos bons e ruins.

Um exemplo a ser observado é o do processo de contratação do Satélite Geostacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC), já previsto na 4ª edição do PNAE, em 2011, e finalmente contratado em 2013 – junto à empresa francesa Thales Alenia Space. A necessidade brasileira de um satélite geostacionário de comunicações próprio havia sido estabelecida como de alta prioridade dentro do Programa Espacial Brasileiro e pelo Ministério da Defesa (BRASIL, 2008), dado que até então o país fazia uso exclusivo de satélites estrangeiros ou de propriedade de empresas privadas. Contudo, o processo de contratação para o satélite excluiu totalmente o parque industrial nacional, visto que até mesmo a especificação do SGDC foi entregue a uma empresa canadense. Em dezembro de 2013, o contrato de fabricação foi assinado com os franceses, que também lançarão o satélite ao espaço⁸⁹ (GROSSMANN, 2015).

A entrega completa do projeto e fabricação do SGDC a empresas estrangeiras demonstra que não há vasos comunicantes entre a encomenda do satélite e o avanço nas competências nacionais nesse território, conforme comenta o Diretor-Geral do INPE, Luiz Fernando Perondi:

Haveria necessidade da utilização do poder de compra para apoiar capacitação nacional, exercitar mais a base industrial

⁸⁹

A previsão de lançamento é para o primeiro trimestre de 2016.

que existe. Temos entre 15 e 20 empresas que estão sem contratos, com risco de perder essa capacidade. É importante um mínimo de contratações para não correr o risco de que ela se desarticule. Seria importante que houvesse maior sinergia entre os programas. (...) Na parte de cargas úteis e controle de altitude e órbita ainda não temos [qualificação industrial]. Mas poderíamos atuar na plataforma, na estrutura, área que o Brasil domina muito bem, e na área de suprimento de energia e controle térmico também (GROSSMANN, 2015).

Conforme já observado – e apesar dos casos de sucesso no passado – há uma dificuldade em transformar a tecnologia espacial nacional em *spin-offs* para outros setores da indústria. Muito disso se deve aos elevados custos provocados pela tecnologia em si ou pelo custo de desenvolvimento a ser amortizado, o que restringe a aplicação ou dificulta a adaptação para produção em massa. De acordo com o ex-Diretor Geral do INPE, Gilberto Câmara (2015), há que se abordar separadamente os diferentes tipos de tecnologias produzidas pelo setor espacial, e buscar estratégias separadas para cada uma, visando garantir sua continuidade e evolução, como também estabelecer uma ponte entre elas e os outros setores da economia:

- **Tecnologias Industriais:** são tecnologias que já se encontram sob domínio da indústria nacional, devendo obrigatoriamente ser contratados pelas agências governamentais junto à base industrial brasileira;
- **Tecnologias Sensíveis:** são tecnologias ainda não dominadas pela indústria nacional, que tem dificuldade em obtê-las devido a embargo comercial estrangeiro ou por necessitarem de grande investimento em pesquisa. Essas tecnologias devem preferencialmente serem contratadas junto aos institutos de pesquisa (ex: INPE e IAE), que trabalhariam em conjunto com engenheiros da indústria, para dominar seu ciclo de produção;
- **Tecnologias de Aplicação:** são tecnologias acessíveis pela sociedade, fazendo com que esta desfrute dos resultados do programa espacial. Como exemplo, podemos citar as aplicações

de meteorologia, mapeamento e geoposicionamento. Devem ser realizadas com base em tecnologia aberta e amplamente divulgadas, com o menor custo possível ao usuário;

- Tecnologias de Serviço: são tecnologias utilizadas por empresas que têm como base os dados fornecidos pelo programa espacial. Como exemplo, temos as empresas de geoprocessamento, que combinam imagens de satélite a dados censitários, criando estatísticas e relatórios de grande valor para diversos setores. O Estado deve fomentar o estabelecimento de um parque empresarial desta categoria.

A combinação dessas estratégias diferentes deve sistematizar o processo de *spin-off* de tecnologia espacial e ampliar o impacto do programa espacial na indústria nacional. Uma última ação a ser tomada seria a catalogação de tecnologias espaciais disponíveis para transferência a outros setores, uma tarefa a ser realizada pela Agência Espacial Brasileira, como atualmente a NASA já realiza com grande sucesso⁹⁰.

⁹⁰ A NASA mantém um website dedicado à questão do *spin-off* tecnológico, fornecendo uma ponte entre a indústria e as tecnologias desenvolvidas ou contratadas pela agência para atividades espaciais. O serviço é acessível pelo endereço <http://spinoff.nasa.gov/>.

CAPÍTULO V

O Impacto Social na Sociedade Civil

O Programa Espacial Brasileiro, desde seus primeiros anos, trabalhou com vistas a solucionar demandas nacionais estratégicas, mas de aplicação civil, como o controle de recursos hídricos, mapeamento e monitoramento do clima. Através de sistemas próprios, como a Plataforma Nacional de Coleta de Dados – que trabalha com os satélites nacionais SCD e CBERS – quanto através do uso de sistemas estrangeiros (via parcerias internacionais), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) vem proporcionando ao setor agrícola, de transporte, de turismo, e mesmo ao indivíduo, informações preciosas sobre meteorologia, que são utilizadas corriqueiramente como algo quase “natural” – sem que a maioria da sociedade se dê conta de que essas informações provêm do Programa Espacial Brasileiro.

A 4ª edição do Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE), estabelece, como sua oitava diretriz estratégica, a promoção da “conscientização da opinião pública sobre a relevância do estudo, do uso desenvolvimento do setor espacial brasileiro” (BRASIL, 2012). As razões por trás do estabelecimento desta diretriz estratégica estão justamente no fato de que a sociedade civil brasileira majoritariamente desconhece a importância da pesquisa espacial e do domínio dessa tecnologia no Brasil. Sobre esse fato, comenta P03:

Quando o primeiro VLS foi lançado e falhou em 1997, apareceu um babaca lá de Brasília, âncora da TV, que disse: “pra que o Brasil precisa de foguete? Tanta escola sem professor, pra que foguete?” O cara é um âncora e a visão dele é tão obtusa... Aí outro cara escreveu uma crítica assim “O foguete caramuru deu xabu”. Debochando da gente! Um amigo meu escreveu pra ele, dizendo que se ele realmente quisesse saber a verdade estava disposto a explicar tudo pra ele. O cara nunca respondeu! Existe má vontade, mas também existe muita deturpação. Programa espacial é uma questão de soberania nacional. Nós temos um país gigante. Quem vai vigiar

esse território? Estamos pagando esse tipo de coisa. As pessoas não sabem: satélite serve para celular. Se você hoje consegue falar de outro país com sua família no Brasil, é via satélite. Quem fez os satélites? Quanto custa fazer isso? A nação tem que saber disso. Programa espacial tem um retorno enorme pra sociedade. Enorme. O que os países que querem ter uma participação mundial ativa têm? A Índia tem um programa espacial importante; o Japão tem um programa espacial enorme – eu diria é o maior programa espacial “privado” do mundo, pois trabalha basicamente sozinho. O programa espacial japonês não tem nenhum viés bélico, o da Índia tem, porque eles têm inimigo do lado que tem bomba atômica. Os japoneses até já pousaram em asteroide. Na minha opinião, dos pequenos, o japonês é o maior – claro, tirando Rússia e EUA. (...) São países que sempre quiseram ter expressão mundial. Como expressão de poderio, de tecnologia de capacidade, eles têm um programa espacial fortíssimo. Não é brincadeira. Jogar foguetinho de água pra cima pra ver o que acontece? Deixa de ser ridículo.

Apesar de receber – de forma inadvertida – diariamente os benefícios gerados pelo Programa Espacial Brasileiro, o impacto social que o Programa tem sobre a sociedade civil é difícil de aferir dada a pouca intimidade que as partes dividem. Contudo, uma exceção notável pode ser encontrada na cidade de São José dos Campos-SP, onde se localizam os dois maiores centros de pesquisa do Programa Espacial Brasileiro: o Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE, que pertence ao DCTA) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Podemos analisar, portanto, o impacto social que os centros nacionais de pesquisa espacial têm sobre a sociedade civil que encontra-se em direto contato com eles e são por eles diretamente afetada. O processo de implantação de um centro de pesquisas espaciais num município sem tradição de longa data com a área de tecnologia de ponta – e maneira que essa implantação modifica a vivência da sociedade civil

naquele município – será analisado em seu caso único no Brasil através de um paralelo com o ocorrido semelhante na cidade de Houston, no estado norte-americano do Texas, durante e após a instalação do *MannedSpacecraft Center* (MSC) da NASA em setembro de 1961 (BRADY, 2007).



Figura 7 - Vista de São José dos Campos no início da década de 1950. (FORJAZ, 2013)

Instalação dos Centros de Pesquisa Espacial

Antes do processo de instalação do MSC em Houston, a cidade e circunvizinhança eram conhecidas pela agricultura, pecuária, exploração de petróleo e indústria de processamento de pescados. Da mesma maneira, São José dos Campos também não gozava de retrospecto tecnológico, conforme depoimento de P02:

(...) a parte de conhecimento, de estudo, está toda concentrada no DCTA. Existe uma tendência aqui de todo mundo ir trabalhar lá, pois aqui em São José, todas as pessoas que você conhece ou são da Embraer ou do DCTA. Porque a cidade

cresceu em volta disso, da Embraer e do DCTA; antes disso a cidade não era nada. (...) A cidade cresceu por causa da engenharia aeroespacial, da aeronáutica, então a criação do DCTA aqui foi o grande feito que fez a cidade crescer. E é uma cidade muito rica por causa disso, porque tem muito investimento.

No caso de São José dos Campos – cidade que fica a 85 km de distância de São Paulo, mas que não era ligada à capital por via pavimentada e tinha na agricultura sua principal fonte de renda – não havia qualquer iniciativa de natureza tecnológica antes da implantação da primeira unidade do DCTA em 1950, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA)⁹¹. Antes disso, São José dos Campos era uma pequena cidade de 40 mil habitantes que tinha um único empreendimento de peso: a Tecelagem Parayba, que apesar quase 50 anos de atividade na localidade, teve sua história marcada pelo atraso no processo de industrialização (FORJAZ, 2013).

⁹¹ O ITA nasceu na década de 1940 de um projeto do governo federal para dotar o país de um centro de ensino e pesquisa no setor aeronáutico, visando quebrar a total dependência estrangeira que o Brasil passava nesse setor. O plano consistia na criação de uma escola de engenharia modelo e de um instituto de desenvolvimento localizados em um centro técnico com infraestrutura adequada (PEREIRA, 2008).



Figura 8 - A primeira turma de alunos do ITA chega a São José dos Campos, 22 de maio de 1950. (FORJAZ, 2013)

As instalações do ITA, distantes àquela época 5 km da cidade de São José dos Campos, contava apenas com infraestrutura básica quando a primeira turma de alunos chegou do Rio de Janeiro numa aeronave militar em 22 de maio de 1950, prontos para iniciar os estudos num curso cujo registro ainda nem havia sido reconhecido pelo Ministério da Educação:

Olhávamos para baixo e víamos um grande descampado, com poucas construções. Eu pensava comigo: ‘Onde é que fica essa escola?’ O Paulo Victor, já com todo aquele entusiasmo, apontava e dizia: ‘Ali será construído o laboratório tal; naquela outra área será isso e aquilo’. Mas nós, que não conhecíamos o projeto, ficamos meio perplexos (Newton Pitombo, turma de 1953). (FORJAZ, 2013)

A inauguração da Rodovia Presidente Dutra em 1951 ligou São José dos Campos a São Paulo e Rio de Janeiro, trazendo mais progresso

para a cidade e permitindo ali a instalação das primeiras empresas que viriam a fazer parte de seu polo industrial, conforme o quadro abaixo:

#	Empresa	Ano
1	Johnson & Johnson	1954
2	Ericsson	1955
3	Kanebo	1957
4	Eaton	1957
5	Bendix	1957
6	Engesa	1958
7	General Motors	1959
8	Avibras	1961

Figura 9 - Empresas instaladas em São José dos Campos, com suas respectivas datas de inauguração. (FORJAZ, 2013)

O impacto social da instalação do DCTA na pequena São José dos Campos foi intenso, conforme relata o Brigadeiro Hugo de Oliveira Piva, aluno da turma de 1958: “A cidade, caipira e provinciana, era um grande sanatório para tuberculosos. É uma satisfação ver como o CTA impulsionou toda a região, tornando-a esse rico expoente do ensino, pesquisa e indústria de projeção internacional” (FORJAZ, 2013).

A chegada de um contingente humano altamente acadêmico composto de professores, pesquisadores e alunos à ainda isolada cidade de natureza agrária – que contava com metade de sua população vivendo na zona rural – teve impacto imediato na sociedade local:

Numa cidade com poucos recursos como a São José da época, os alunos do ITA eram obviamente mais ‘bem cotados’ pelas garotas da cidade, em detrimento dos jovens locais, o que levava muitas vezes a brigas e rixas. Especialmente quando *iteanos* se aventuravam até o bairro de Santana, o mais antigo da cidade, o ‘pau

quebrava' (Francisco Galvão, turma de 1959). (FORJAZ, 2013)

Como instituição de ensino e pesquisa, o ITA formou as primeiras classes de engenheiros brasileiros com especialização aeroespacial, indivíduos que se tornariam o núcleo da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), fundada em agosto de 1961 e que iniciou suas atividades dentro dos laboratórios do DCTA em 1963. Contudo, uma primeira dissonância que pode-se notar entre os casos de São José dos Campos e Houston é justamente o arcabouço administrativo por trás dos centros de pesquisa: enquanto o DCTA nasceu do Ministério da Aeronáutica e sempre foi um componente orgânico da Força Aérea Brasileira – ou seja, é uma instituição militar – o MSC foi concebido como um centro de pesquisas de administração civil, subordinado à um órgão igualmente civil, a NASA. Sobre esse aspecto, P02 tem a dizer que:

Todos os chefes são militares. E esses militares estão sujeitos a ordens de cima. Muitas vezes as coisas não acontecem não é por falta de vontade dos chefes – pois eles acabam ficando de mãos atadas. (...) Quando esses institutos começaram, lá atrás, eram os engenheiros do ITA que trabalhavam lá, por isso a presença militar é muito forte. O civil, por melhor que seja, nunca vai tomar a decisão, isso sempre cabe ao militar. Muitos chefes nem conhecem os pormenores dos projetos, pois podem ser aviadores, etc. E estão sempre sujeitos à pressão externa – então eles decidem muito mais neste ponto do que tecnicamente. As decisões são muito mais administrativas do que técnicas. Acho que pensam que se tiver só militares no comando as coisas estão mais seguras do que se tivesse só civis. É uma concepção meio duvidosa, mas como começou assim, se arrastou até hoje. E não há previsão de mudar. No IAE, quem manda é um Brigadeiro de 2 Estrelas, e eles não vão tirá-lo para colocar um civil no lugar. Mas veja a NASA, só tem civil.

Mesmo com o controle militar do DCTA – mais especificamente do IAE – o Programa Espacial Brasileiro teve, desde sua criação, também um instituto de gerência civil, o INPE. Dessa maneira, no Brasil, a pesquisa espacial sempre andou com dois esforços paralelos de natureza distinta, ao contrário do ocorrido nos Estados Unidos desde a criação da NASA em 1958 – quando consolidou-se toda a pesquisa espacial sob controle de uma única entidade de natureza civil.

A construção dos centros de pesquisa espacial mudou rápida e radicalmente aspectos fundamentais da vida nessas cidades-sede. Segundo Kevin Brady (2007), no subúrbio de Clear Lake, em Houston (onde foi construído o MSC), residiam em 1961 apenas 6.520 pessoas e o acre de terra era vendido a 750 dólares. Em 1969, no mesmo local residiam 45.000 pessoas e o acre de terra aumentou para 6.000 dólares. O beneficiamento do local, com a construção de uma ampla infraestrutura civil para acomodar os funcionários do MSC, incluiu prédios comerciais e residenciais, terminais de transporte público, restaurantes, hotéis, bancos, um campo de golfe, um centro de recreação com piscina e campo de beisebol, e centenas de casas. A economia local beneficiou-se de um projeto de urbanização de 100 milhões de dólares, que utilizou mão-de-obra local para a construção.

De forma semelhante, São José dos Campos ganhou uma infraestrutura de apoio ao DCTA que cresceu conforme o próprio centro de pesquisas crescia em tamanho e importância na década de 1960 e 1970. Segundo Horácio Forjaz (2013), na década de 1970 89,31% da população da cidade encontrava-se instalada na zona urbana, com somente 10,69% na zona rural. Um contraste chocante com os dados de três décadas antes, quando 60,10% da população de São José habitava o meio rural.

Em 2010, dados do SEADE⁹² mostraram que São José dos Campos ocupava a 19ª posição no ranking nacional de geração do Produto Interno Bruto (PIB), mantendo a 4ª posição no estado de São Paulo; suas exportações somaram 5,2 bilhões de dólares, o equivalente a 10% do total de exportações do estado de São Paulo; seu IDH indicava 0,849, equivalente ao de países europeus; e apresentou índice de 98% de tratamento de esgoto, 97% de água encanada e 99% de coleta de lixo (FORJAZ, 2013).

⁹²



Figura 10 - São José dos Campos em 2012. A melhoria de infraestrutura da cidade se deve principalmente aos centros de pesquisa de alta tecnologia que incluem o IAE e o INPE. (BRITTO, 2015)

A cidade mostrou grande aptidão para a pesquisa e desenvolvimento de alta tecnologia, com a ampliação do DCTA e abertura de novos institutos. Segundo P02:

São José tem um nível de desenvolvimento muito alto, não depende do governo. A maior fonte aqui é a Embraer, que é privatizada. A cidade é bem desenvolvida, não tem nenhum buraco na cidade. E isso se deve ao DCTA e Embraer. (...) É uma microcidade ali dentro: tem supermercado, salão de beleza, três clubes, e os civis também podem usar essa estrutura. Todo mundo quer ficar lá dentro.

Impacto Local nos Aspectos Educacionais

O impacto social na educação das cidades-sede dos centros de pesquisas espaciais também foi contundente: em janeiro de 1963 a Universidade de Rice, sediada em Houston, inaugurou seu

Departamento de Ciências Espaciais, o primeiro de seu tipo nos Estados Unidos, totalmente dedicado a graduar estudantes no estudo do espaço e construção de veículos espaciais. Rice poderia formar profissionais acadêmicos e técnicos altamente treinados para a NASA, cujo centro de pesquisas encontrava-se a apenas 65 km de distância:

O Departamento de Ciências Espaciais da Rice ofertou capacitação em nível de pesquisa e graduação em geomagnetismo, radiação Van Allen, aurora, dinâmica de estruturas atmosféricas, estruturas planetárias e meteoritos. O Dr. Alexander J. Dessler, que foi feito chefe do departamento, disse que a criação do Departamento de Ciências Espaciais teve alto valor regional porque expandiu a pesquisa espacial no estado do Texas e contribuiu para tornar a Universidade de Rice uma das melhores instituições acadêmicas da nação. (BRADY, 2007)

O departamento cresceu rapidamente de 4 professores em 1963 para 17 em dezembro de 1967. O número de graduandos passou de 9 em 1963 para 50 três anos depois. Muitos dos estudantes do departamento eram funcionários do MSC ou da indústria aeroespacial local que buscavam ampliar seus conhecimentos em foguetes de sondagem, satélites, astronomia, matemática quântica e astrofísica. Outro público bastante específico do departamento eram os próprios astronautas da NASA, que usavam a Universidade para manter sua proficiência científica, enquanto ficavam a apenas uma curta distância do centro de treinamento de voo no MSC.

De acordo com Forjaz (2013), com o início dos trabalhos do INPE e do IAE na primeira metade da década de 1960, o curso de Engenharia Aeronáutica do ITA passou a ofertar disciplinas voltadas ao estudo e construção de veículos espaciais. Permanecendo por décadas como única instituição brasileira a oferecer cursos de graduação e pós-graduação na área aeroespacial – o INPE tem apenas programas de pós-graduação – o ITA gerou impacto social determinante no campo acadêmico em São José dos Campos, trazendo numerosas instituições privadas de ensino para a cidade, além de fortalecer os laços com a base industrial de alta tecnologia, que instalou-se na cidade para ficar próxima da formação de mão-de-obra especializada. Em 2010,

desmembrou-se da Engenharia Aeronáutica o estudo de ciências e construção de veículos espaciais com a criação do curso de Engenharia Aeroespacial no ITA. Dessa maneira, a Engenharia Aeronáutica optou pelo foco de estudo somente em aeronaves atmosféricas, enquanto a Engenharia Aeroespacial estuda somente veículos espaciais, havendo inclusive discussões sobre a mudança de nomenclatura do curso para “Engenharia Astronáutica”. Sobre isso, P02 tem a dizer:

Aqui em São José, fora o ITA, existem duas faculdades que oferecem Engenharia Aeronáutica, coisa que não se acha fora daqui. Há alguns anos foi criado o curso de Engenharia Aeroespacial no ITA, que agora não tem somente Engenharia Aeronáutica. O ITA vai ser duplicado de tamanho agora, e as obras já começaram. Isso tudo gera emprego, não só na pesquisa, mas também no administrativo, tem supermercado lá dentro. Só mesmo se a pessoa não tiver interesse ela não entra nesse mundo. Eu vim para cá para estudar Segurança de Voo, e isso não tem em nenhum outro lugar. O polo é aqui e a cidade cresce em torno disso. Os alunos do ITA dão aula de pré-vestibular gratuitamente para o público carente, o envolvimento é muito grande. É outro mundo aqui.

Outro aspecto interessante do impacto social dos centros de pesquisa espacial na sociedade civil está no fator inclusão social. Tanto nos EUA quanto no Brasil a pesquisa espacial foi conduzida de maneira a incluir pessoas de todos os extratos sociais em seus programas.

Na década de 1960 os Estados Unidos se convulsionavam com o auge da luta pelo fim da segregação racial, característica ainda bastante notável em sua sociedade, particularmente nos estados do sul, como o Texas. Neste contexto, o governo do Presidente John F. Kennedy estipulou em julho de 1963 que após a data de 16 de agosto de 1964, agências federais – como a NASA – estariam proibidas de conceder contratos e estender convênios a universidades que discriminassem estudantes por raça, credo, cor ou nacionalidade em seus processos de admissão (BRADY, 2007).

À época, a Universidade de Rice era a única instituição privada não-sectária no sul dos Estados Unidos a proibir a admissão de estudantes afro-americanos. Confrontados com a normativa governamental, o reitor e o conselho superior de Rice reconheceram que se não conseguissem remover as barreiras raciais de seu processo de admissão antes do prazo estipulado, sofreriam as consequências de perder o fundamental convênio com a NASA. Dessa maneira:

Em fevereiro de 1964 os sócios proprietários da Universidade de Rice protocolaram uma petição junto à Corte Distrital para extinguir as restrições raciais estabelecidas pelo fundador da instituição, William Marsh Rice, no regimento de 1891. Os sócios alegaram que a discriminação racial impedia a instituição de receber as verbas federais para pesquisa e dificultava o recrutamento de estudantes de primeira classe, bem como professores. Um grupo de alunos da Rice, liderados pelo congressista Albert Thomas, cujo distrito incluía a Universidade, também protocolou uma petição em apoio ao pedido dos sócios. Em 11 de fevereiro de 1964 o Juiz William M. Holland, da 127ª Corte Distrital, abriu o processo. Durante os procedimentos, Tom Martin Davis, que era o advogado dos sócios, argumentou em favor da integração dizendo: “A Universidade de Rice está hoje numa encruzilhada – pode ir à Lua ou pode voltar ao século XIX”. Após a deliberação do júri, concluiu-se que seria impossível para a Universidade desenvolver-se numa instituição educacional de primeira classe se continuasse a barrar o acesso de estudantes afro-americanos. Um mês depois, o Juiz Holland decidiu que os sócios de Rice teriam autoridade para remover as barreiras raciais que proibiam a admissão de estudantes qualificados. Com o fim da segregação em Rice, a instituição mais uma vez tornou-se elegível para receber convênios de pesquisa da NASA.

Na primavera de 1965, Raymond Johnson se tornou o primeiro afro-americano a ser admitido na Universidade de Rice. (BRADY, 2007)

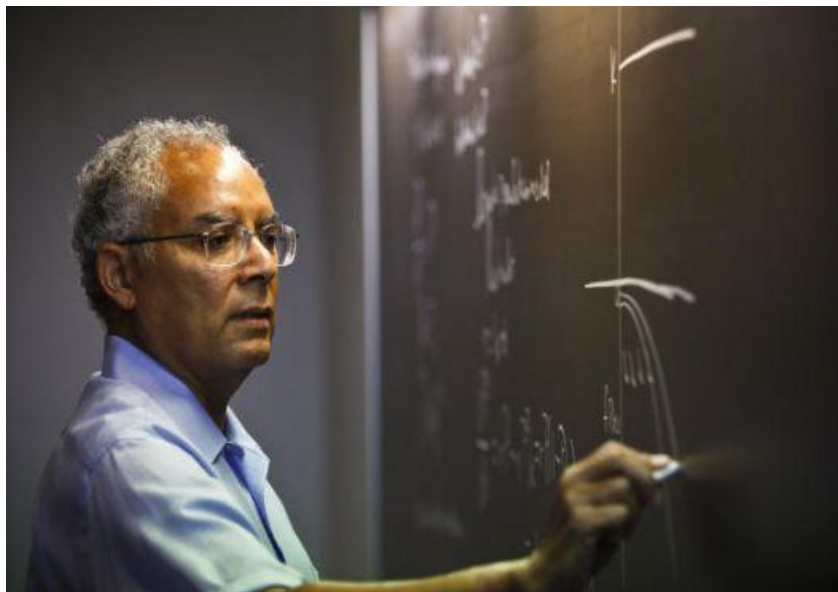


Figura 11 - Dr. Raymond Johnson, primeiro aluno negro a ingressar na Universidade de Rice após o fim da segregação racial no processo de admissão. Símbolo do impacto social do programa espacial nos EUA, hoje é professor de Equações Diferenciais na mesma instituição. (KEVER, 2015)

Em São José dos Campos a inclusão social promovida pelos dois centros de pesquisas espaciais está na rede de programas sociais, estudantis e acadêmicos promovidos junto à rede educacional local. Apesar de ser um órgão militar da Força Aérea Brasileira, o DCTA possui acesso aberto à sociedade civil e rotineiramente promove eventos de interação com a comunidade local. P02 diz:

Aqui existe a associação de funcionários do DCTA que promove muitos eventos, e muitas pessoas da sociedade comparecem, participando bastante. O DCTA é portas abertas, não é como uma base aérea, que tem todo um processo de segurança na

entrada e saída. Aqui é aberto, a pessoa pode querer ir caminhar, pescar, pode ir. É só ter uma identificação simples na portaria e seguir as regras – porque a patrulha fica rodando. A população pode entrar livremente, não é um quartel, até porque tem muitos civis morando lá. Civis também podem morar na vila, então é um local bastante civil. Dentro das unidades, fechadinho, existe um militarismo, claro, mas do lado de fora tem gente correndo, pescando – acaba que é uma área comum da cidade. É um pouco ruim para a segurança, mas já tem civis morando lá há muito tempo. Por exemplo: a biblioteca do ITA é aberta; só fazer o cadastro e usar. Existe inclusive uma escola estadual dentro do DCTA, além de um berçário. A matrícula é por região, e os alunos são alocados para estudar ali.

A promoção do estudo de ciências aeronáuticas e espaciais visando a formação futura de especialistas também está na agenda do DCTA, conforme relatado por P02 a respeito da escola interna de ensino fundamental:

É até engraçado: as lixeiras da escola são em forma de foguete. Eu vejo muitos projetos indo até lá; o núcleo de serviço social interno do DCTA faz diversos projetos com a escola, workshop de profissões, então as crianças têm contato. Eles interferem bastante na escola, então é uma escola bastante integrada às atividades da Força Aérea. É uma grande oportunidade para as crianças, até porque é um lugar totalmente seguro. As crianças veem a rotina do DCTA e acabam querendo ficar por ali mesmo. Em São José tem uma cultura das escolas levarem o pessoal para dentro do DCTA, então as crianças já são incentivadas desde a juventude. Os adolescentes pegam contato com aquilo e querem entrar.

De acordo com P02, existe grande interação dos centros de pesquisa espacial e a sociedade civil de São José dos Campos, especialmente no âmbito educacional. É ofertado cursinho preparatório para o ITA onde muitos graduandos da instituição ministram aula gratuitamente, e existe uma parcela significativa de estudantes carentes admitidos no ITA.

A importância do relacionamento do centro de pesquisas espaciais com a escola de nível fundamental também foi alvo de esforços nos EUA, pois desde a fundação do MSC em Houston o centro desenvolveu um estreito relacionamento com as escolas distritais com o objetivo de ampliar o interesse dos alunos em ciências e matemática, bem como disseminar o conhecimento sobre o programa espacial entre estudantes de ensino médio e fundamental:

Em 1964, os professores do Distrito Educacional de Houston Erine Baker e Grant Morrison iniciaram uma cooperação com o Especialista em Relações Públicas Eugene E. Horton – chefe de programas educacionais do MSC – para desenvolver materiais com o objetivo de informar professores e estudantes sobre as atividades atuais da Agência. Já em 1966, o Distrito Educacional de Houston forneceu a escolas médias e fundamentais por todo o estado do Texas material educacional que incluía vídeos, apostilas e pôsteres relacionados ao programa espacial. A parceria entre o Distrito Educacional de Houston e a NASA demonstrou que educadores poderiam trabalhar efetivamente com material informativo altamente técnico produzido para uso em sala de aula. Complementando, a parceria estabeleceu um fluxo permanente de informações entre as escolas do Texas e o MSC. (BRADY, 2007)

Conforme observado, o centro de pesquisas espaciais da NASA em Houston projetou e levou a cabo um amplo programa de parcerias com as escolas de ensino médio e fundamental de todo o estado do Texas, o que rendeu-lhe o benefício de ter seu trabalho conhecido e

divulgado por toda a região, ampliando seu impacto social. A utilização de material educacional direcionado aos alunos dos diversos níveis no sistema educacional estadual colaborou também para instigar o interesse pela pesquisa espacial nos jovens e prepará-los para um eventual ingresso acadêmico ou técnico no setor.

O mesmo fato não se confirmou no caso brasileiro. Apesar da já notada relação entre o DCTA e as escolas de São José dos Campos, não existe entre aquele órgão e a Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo uma parceria semelhante à realizada pela NASA com as escolas do Texas. Quando arguido sobre o impacto social do programa espacial fora da cidade de São José dos Campos, P02 diz que:

Nessa área, eu nunca vi nada parecido em nenhuma outra cidade. Não sei se a USP tem alguma coisa, mas se tiver é restrito a eles. Já São José é uma cidade totalmente voltada pra isso. Todo mundo, cerca de metade da população, trabalha direta ou indiretamente com isso aí. A cidade cresceu por causa da engenharia aeroespacial, da aeronáutica, então a criação do DCTA aqui foi o grande feito que fez a cidade crescer. E é uma cidade muito rica por causa disso, porque tem muito investimento. (...) É uma cidade voltada para o conhecimento, aqui é muito estudo, muita pesquisa, então com qualquer pessoa que você converse, essa pessoa terá noção do que é o DCTA e o que ele faz – coisa que fora daqui é muito difícil acontecer. No Rio de Janeiro, por exemplo, que é uma grande cidade: nunca vi ninguém falando de Programa Espacial ou coisa do tipo por lá.

Pode-se dizer que as ações do DCTA para difundir seu trabalho tecnológico dentro do ambiente escolar se dão basicamente dentro da própria cidade de São José dos Campos. Na ausência de uma orientação específica da Agência Espacial Brasileira ou do Ministério da Defesa, a comunicação social do DCTA age apenas isoladamente, podendo atingir o raio de ação municipal, mas pouca coisa além disso.

A percepção que a Força Aérea tem do nível de segurança e secretismo necessários para as atividades de desenvolvimento de

veículos e aplicações espaciais em seus institutos também gera uma diferenciação no relacionamento da sociedade com esse setor em específico. Entre as preocupações, existe o temor de espionagem acadêmica e furto de tecnologias sensíveis ou projetos importantes em desenvolvimento – sensação que é potencializada pelo fato do DCTA possuir acesso quase irrestrito à população. Essa situação é relatada por P02:

O setor espacial é bem restrito, fechado. A maior parte do pessoal está envolvida em atividades que dão apoio a eles. A parte espacial é muito fechada. Os institutos que trabalham com isso são só o IAE, o IEAv e o INPE. O ITA tem um setor de construção de motores de foguete, mas só mesmo na pesquisa. A execução só nessas três unidades que mencionei, que são fechadas. A população sabe que existe e que há oportunidade de entrar, mas o acesso é restrito porque lá tem projetos que são de interesse da defesa, com alto grau de sigilo. Do contrário pode acontecer de alguém vender esses projetos para China ou qualquer outro lugar. Já aconteceu de um notebook com arquivos de um projeto específico ser roubado lá no meu prédio: entraram numa sala, deixaram todos os notebooks intactos e roubaram um notebook que tinha uma pesquisa específica. Então, existe roubo de projeto. A gente acha que não acontece, mas acontece sim. Então, eles têm que ser muito fechados. O contato acontece em volta, com o alicerce daquilo. O contato direto com o espacial é bem restrito.

Além do relacionamento direto dos centros de pesquisa espacial com a comunidade escolar no sentido da divulgação do trabalho realizado, há o impacto social que o próprio setor educacional dos municípios-sede recebe. Em Houston, em dezembro de 1965, uma empresa do ramo de exploração de petróleo doou um terreno de 50 acres vizinho ao MSC para que a Universidade de Houston pudesse construir um campus análogo ao centro de pesquisas da NASA. O reitor da

universidade recebeu de bom grado o presente, dizendo que o novo campus ofereceria um “vigoroso e saudável clima universitário para toda a área” (BRADY, 2007). O campus começou a ser construído em 1970 e foi inaugurado em 1974, recebendo imediatamente 1.069 alunos, que eram conduzidos por um grupo de 60 professores. Segundo o autor, contribuiu sobremaneira para o desenvolvimento científico e industrial da área de Clear Lake.

Outros benefícios para o setor acadêmico local vieram diretamente do governo através da NASA, com a concessão de financiamentos e convênios com as instituições de ensino superior locais:

Outras instituições educacionais da área de Houston se beneficiaram de projetos da NASA como a Universidade de St. Thomas, que recebeu da agência fundos para conduzir estudos sobre a ausência de peso na genética humana; a Escola de Medicina da Universidade Baylor recebeu 258 mil dólares para monitorar as ondas cerebrais e o sistema circulatório dos astronautas durante voos espaciais; a Escola de Ciências Biomédicas da Universidade do Texas recebeu 65 mil dólares para coletar dados históricos clínicos dos astronautas para a pesquisa médica; o Instituto de Reabilitação e Pesquisa do Texas recebeu 171 mil dólares para desenvolver tecnologia computacional para um estudo médico relacionado ao Programa Apollo; e o Instituto de Pesquisas do Sudoeste de Houston recebeu 104 mil dólares para auxiliar a NASA a disseminar seus desenvolvimentos tecnológicos para a indústria local, favorecendo aplicações comerciais. No fim dos anos 1960, o total pago pela NASA em convênios para instituições de ensino e pesquisa na região ultrapassou os 3,6 milhões de dólares (BRADY, 2007).

Esses financiamentos feitos pela NASA diferiam dos demais por exigirem trabalhadores altamente qualificados e bem pagos, que

demandavam altos níveis de educação e acomodações residenciais. A prefeitura e sociedade de Houston responderam a essas demandas ampliando a qualidade da educação e da infraestrutura locais durante a década de 1960, gerando benefícios para toda a comunidade.

São José dos Campos passou por uma experiência semelhante já nos anos 1950, pouco tempo após a instalação do ITA na cidade e do começo das obras de melhoria de infraestrutura que se seguiram a este fato. O peso da sede do ITA na cidade fez com que São José dos Campos se tornasse um ponto lógico para a instalação de centro universitário do Vale do Paraíba. Em janeiro de 1954 foi criada a Faculdade de Direito do Vale do Paraíba, que iniciou suas aulas em 5 de março daquele ano, numa sala de cinema da cidade. O terreno para construção do campus foi doado pela Estrada de Ferro Central do Brasil, e a pedra fundamental foi assentada em 25 de janeiro de 1956. O campus foi inaugurado em 1958 e, no ano seguinte, a Faculdade de Direito foi englobada dentro de uma nova instituição: o Instituto Valeparaibano de Ensino, que criou as faculdades de Ciências Econômicas e Administrativas, Filosofia e Letras, Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, e Serviço Social. Transformada em Universidade Federal do Vale do Paraíba (UNIVAP), a instituição criou também o Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, órgão que possui extenso rol de cooperação com o DCTA na área da pesquisa aeroespacial (FORJAZ, 2013).



Figura 12 - Vista parcial do Parque Industrial de São José dos Campos. (FORJAZ, 2013)

Forjaz (2013) relata que em 1959 o Rotary Club de São José dos Campos, que havia fundado a Associação Joseense de Ensino, criou uma escola de ensino técnico industrial, com o nome Escola Técnica Professor Everardo Passos (ETEP). A ETEP foi a primeira instituição de ensino técnico da cidade e passou a formar a mão-de-obra necessária para o futuro Parque Industrial de São José dos Campos, que começava a nascer no período, com a fundação da Avibrás em 1961. Com a evolução do parque industrial, nasceu a necessidade de formação de engenheiros industriais e o Rotary Club respondeu a essa demanda criando a Escola de Engenharia Industrial (EEI) em 1968, ofertando inicialmente o curso de Engenharia Industrial Mecânica.

Em março de 1960 foi realizada a aula inaugural da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, implantada pelo governador Jânio Quadros em prédios da administração pública da cidade (FORJAZ, 2013); a faculdade foi posteriormente transferida para o controle da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Em 1961, instalase na cidade, ainda dentro das dependências do DCTA, a Comissão Nacional de Atividades Espaciais (CNAE), que posteriormente ganha

sede própria e inicia a oferta de cursos de pós-graduação em 1968. Em 1971, a CNAE é transformada em Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Impacto da Pesquisa Espacial em Natal-RN

É importante notar que São José dos Campos nunca serviu de base de lançamento para foguetes do Programa Espacial Brasileiro, mas os centros de pesquisa espacial lá instalados colaboraram para o crescimento da prosperidade local e da implantação de moderna infraestrutura de serviços para seus habitantes. Embora exemplo similar em escala não possa ser encontrado em outro lugar no Brasil, é válido mencionar o impacto social da experiência do INPE com a implantação de seu Centro Regional do Nordeste, na cidade de Natal-RN, fundado em 1969, para dar apoio aos lançamentos de foguetes realizados no Centro de Lançamento da Barreira do Inferno.

Ainda em 1967, bolsistas da CNAE que estudavam na Universidade de Stanford, nos Estados Unidos, entraram em contato com as ideias desenvolvidas por um grupo de alunos e professores daquela instituição, que objetivavam desenvolver um programa de tele-educação utilizando um satélite geoestacionário de comunicações⁹³. Rapidamente, os bolsistas brasileiros interessaram-se pela ideia, que perceberam ser bastante adequada para a realidade do Brasil:

Os números levantados no documento espelhavam nações como o Brasil, onde um contingente de novos três milhões de crianças em idade escolar bate às portas das escolas cada ano. Era, e é impossível, a concepção de uma rede de ensino, por mais estruturada que seja, em nação continental, que possa atender demanda tão elevada. A solução parecia lógica: grupos seletos de professores, produtores, intérpretes, redatores, etc., centralizados em uns poucos núcleos de produção de aulas para difusão via rádio, televisão, videocassete, etc., poderiam gerar um tal efeito multiplicador no processo

⁹³ Projeto ASCEND (*Advanced System for Communications & Education in National Development* – Sistema Avançado para Comunicação & Educação para o Desenvolvimento Nacional) (GOUVEIA, 2003).

educacional do país, a ponto de colocar aulas e material didático de excelente qualidade ao alcance da mais humilde e longínqua escola. Associado à excelência do material instrucional, poderia ser utilizado satélite de comunicação geoestacionário, orbitando de tal forma a cobrir todo o território brasileiro, com canais de rádio e televisão retransmitindo aulas aos centros difusores ou diretamente às escolas. Essas, com pequenas antenas parabólicas acopladas a receptores e monitores de vídeo, poderiam receber diretamente do satélite os programas competentemente gerados nos núcleos de produção. Complementado por organismos regionais de avaliação, experimentação de aulas, monitoração de clientela e orientação a professores e alunos. (GOUVEIA, 2003)

Um grupo de cientistas da CNAE então propôs ao Ministério da Educação um ousado programa de educação à distância para o Brasil, denominado Projeto SACI (Satélite Avançado de Comunicações Interdisciplinares). Esta iniciativa deveria permitir às escolas de regiões longínquas do país o acesso direto ao material audiovisual educativo produzido por uma equipe de educadores de São José dos Campos, na sede da CNAE/INPE. Dado que um projeto desta magnitude exigia a execução de uma etapa de testes em escala menor, para desenvolver a tecnologia e os recursos humanos, foi escolhido o estado do Rio Grande do Norte, que já contava com o centro regional do INPE, e apresentava um quadro educacional de carência extrema. O INPE criou o EXERN (Experimento Educacional do Rio Grande do Norte), selecionando 500 escolas potiguaras e equipando-as com aparelhos de rádio e televisão que receberiam sinais de grandes antenas repetidoras instaladas em Serra de Santana e Mossoró (GOUVEIA, 2003).

Para a execução do EXERN, o INPE fechou um convênio com o governo do estado e com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Este convênio financiou a instalação de um centro de computação no campus da UFRN em Natal – sendo o primeiro computador instalado no RN – responsável por processar os dados relativos ao programa; bem como uma estação de televisão educativa, para fazer a difusão das aulas para a rede de ensino do estado. Esta, que

ficou conhecida como TV Universitária, foi a primeira emissora de televisão do RN.



Figura 13 - O centro de controle da TV Universitária da UFRN, logo após sua instalação, 1973. (GOUVEIA, 2003)

Uma pesquisa foi realizada na rede estadual de ensino para levantar o perfil de escolas e educadores a serem atendidos pelo EXERN, sendo que o diagnóstico obtido foi (GOUVEIA, 2003):

- Professoras leigas com instrução primária.....
70,19 %
- Professoras leigas com instrução primária, na área rural.....
79,55 %
- Escolas isoladas (de classe única).....
77,70 %
- Escolas isoladas, na área rural
91,42 %
- Escolas que não possuem energia elétrica.....
79,34 %

De acordo com Gouveia (2003), os resultados demonstraram existir uma grande demanda de capacitação de magistério, bem como demonstrou que as estações receptoras nas escolas deveriam estar acopladas a baterias alimentadoras, dada a falta de acesso à rede de energia elétrica. A fase experimental finalmente teve início em 1973, com a produção e transmissão do Curso de Capacitação do Magistério Leigo, direcionado a professores leigos do ensino primário. Em 1974 foram iniciadas as aulas em televisão e rádio para alunos das duas primeiras séries do ensino fundamental, e até 1976 tele-aulas regulares foram ofertadas para um total de 20.000 alunos potiguares. A experiência e os dados obtidos com as primeiras turmas serviram para realimentação do processo e produção de novos materiais.



Figura 14 - Escola isolada, no interior do RN, onde se vê a bancada do Projeto SACI com aparelho de TV e a bateria alimentadora, devidamente protegida. Nos horários de aula, a professora conduzia a classe com o acompanhamento pela TV. (GOUVEIA, 2003)

O EXERN fazia uso de banda alugada dos satélites de comunicação geoestacionários norte-americanos ATS-3 e ATS-6⁹⁴. Os sinais de televisão e rádio eram gerados em São José dos Campos e transmitidos para o ATS-6, que por sua retransmitia o sinal para as antenas parabólicas captadoras no Rio Grande do Norte. Na UFRN em Natal havia uma antena de 3 metros de diâmetro que recebia o sinal e o injetava na rede terrestre de retransmissão, que atuava com as antenas de Serra de Santana e Mossoró. O ATS-3 era usado para comunicação Natal-São José dos Campos, completando o sistema de educação à

⁹⁴

distância. Algumas escolas do interior do estado também receberam parabólicas (as primeiras instaladas no país), passando a receber sinal diretamente do satélite ATS-6.



Figura 15 - Antena parabólica utilizada para receber sinal diretamente do satélite ATS-6, na UFRN, 1973. (GOUVEIA, 2003)

Embora nunca realizado em seu escopo planejado, o Projeto SACI, com o EXERN, criou um sistema de práticas e tecnologias que foi exportado com sucesso para outros programas de educação à distância televisiva no Brasil nas décadas seguintes. A TV Cultura, TVE, e diversas outras emissoras fizeram uso da tecnologia desenvolvida pelo INPE durante o experimento no Rio Grande do Norte (GOUVEIA, 2003).

O Centro Regional do Nordeste do INPE e o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno, ambos localizados em Natal, marcam a capital potiguar como a cidade-referência do setor espacial no nordeste brasileiro. A tradição de décadas de operação de foguetes e de programas de aplicações espaciais do INPE impactaram a sociedade local de forma parecida com o exemplo de São José dos Campos, mas

em escala menor. P04 relata a relação que a sociedade de Natal tem com seus centros de pesquisa espacial:

Lá tem a Barreira do Inferno e o Centro Regional do INPE no Nordeste. E a Barreira do Inferno é uma consequência da base aérea que os EUA tiveram lá durante a Segunda Guerra. Essa base aérea influenciou muito nos costumes lá em Natal, pelo que sei e vejo quando vou lá. Até a maneira de vestir tem uma influência bem grande lá na cidade. Eu não conheço a Barreira do Inferno, nunca fui, mas eles agora criaram um centro de visitantes que é muito visitado, e eu percebo quando vou lá que a Barreira do Inferno é sempre lembrada, citada, as pessoas têm orgulho e conhecimento da base. Só que ela hoje está muito pouco utilizada, porque a cidade cresceu ali perto. Então não se pode lançar foguetes de um determinado porte, é muito mais pra treinamento, pra calibração de radar, pra foguete pequenininho. E o INPE está localizado dentro do campus da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e eu acho que tem sim uma influência ali na região: tem muita procura de alunos querendo desenvolver projetos ali, trabalhando em projetos ali no INPE, alunos da própria UFRN. São alunos que eu percebo, quando vou lá, que são muito bons na eletrônica, mas que acabam também indo trabalhar na Petrobrás – que tem exploração ali perto. Mas a formação que eles têm é muito boa na universidade, complementada por uma formação técnica, porque eles são bolsistas, estagiários; alguns se formam e ficam, como bolsistas. É uma grande preocupação que o centro tem lá, porque pra contratar tem que fazer concurso e passar por todo aquele processo que já falamos. Então eles ficam dando bolsa, mas isso é perigoso, porque esses jovens ficam recebendo bolsa e se tornando cada vez mais importantes para o projeto, aí recebem uma proposta boa de uma empresa e saem de um dia para o outro. Mas eu percebo que tem esse tipo de influencia sim. É visto como um centro tecnológico que as pessoas querem se relacionar, querem trabalhar – principalmente o jovem ali da universidade.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÃO

O estudo de um tópico tão complexo quanto o Programa Espacial dentro do contexto de uma nação como Brasil exige uma abordagem criteriosa de análise de dados e um arcabouço teórico bem definido para que não se incorra em investigações infrutíferas e conclusões apressadas. Seria muito simples afirmar que uma nação em desenvolvimento, com problemas de natureza tão básica quanto o Brasil, tenha necessidade de empenhar-se em uma empreitada tão singular quanto um programa espacial, ou que os ganhos deste tipo de pesquisa sejam de baixa relevância para o concerto social brasileiro.

Foi necessário, então, entender o referido objeto através das diversas nuances que este projeta: quem o faz, e o que ele afeta. O presente trabalho utilizou do conceito sociológico de “campo” estabelecido por Pierre Bourdieu para analisar economicamente os diversos setores da sociedade. Um campo, neste caso, o campo científico-tecnológico em torno do Programa Aeroespacial Brasileiro é composto por atores, e as ações destes atores moldam o mencionado campo. Atores podem ter pesos maiores ou menores na construção do campo, e suas ações por vezes podem afetar as ações dos outros atores, fazendo com que este campo seja uma construção em constante evolução e cujos impactos possam ser sentidos de diversas formas.

Neste caso, foram analisados os atores que constituem esse Programa Espacial Brasileiro: governo federal, academia, indústria e sociedade civil. Para cada um destes, foi levantada sua origem história e relacionamento ao longo das décadas com o setor espacial, como influenciou e como foi influenciado por este – para no fim chegarmos a uma conclusão sobre o impacto social do Programa Espacial Brasileiro.

Dessa forma, procuramos preservar também as bases de entendimento de outros estudiosos, da sociologia econômica, tais como Granovetter (1985) e Steiner (2006), ao tentar trazer à tona as mediações sociais e formas de articulação que permitem a atuação dessas mediações, que caracterizaram as decisões institucionais (políticas, jurídicas, econômicas), relações pessoais e culturais que compareceram nesse campo. Afinal o Programa Aeroespacial é fruto dessa construção social complexa.

Vimos que o Brasil, apesar de distante do eixo principal de rivalidade da Guerra Fria, acompanhava com avidez as conquistas

soviéticas e norte-americanas na exploração do espaço, desde a fase conceitual até a acelerada série de marcos científicos que se seguiu ao lançamento do Sputnik 1 em outubro de 1957. Apenas quatro anos depois, em 1961, o Brasil deu origem ao seu próprio setor espacial com a criação do Grupo de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais (GOCNAE), que deveria definir a política espacial brasileira e ser o embrião de uma agência espacial nacional nos moldes da NASA, que havia sido criada três anos antes.

Contudo, a proposta de criar uma agência única sob controle civil foi desfeita pelas ações do então Ministério da Aeronáutica, que entendia como “indissociável” o espaço aéreo e o espaço exterior, mantendo, portanto, a prerrogativa de envolver-se nas pesquisas espaciais. À esse fator somava-se o grande interesse da Força Aérea Brasileira em ampliar seu conhecimento no campo de mísseis – armas que guardam intrínseco conjunto de semelhanças com foguetes de uso espacial. Graças à necessidade de se fazer o lançamento de cargas científicas para pesquisar a alta estratosfera sobre o Brasil, o Ministério da Aeronáutica construiu o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI) em Natal-RN, em 1964. A importância do CLBI, e por conseguinte, também do componente militar do Programa Espacial Brasileiro, ampliou-se devido ao interesse da NASA em lançar de lá um grande número de seus foguetes de sondagem para fazer aferições importantes para o Programa Apollo.

A chegada dos militares ao poder em 1964 transformou o Programa Espacial em um projeto estratégico para o país, visto que este encaixava-se dentro da doutrina de “Segurança e Desenvolvimento” vinda da Escola Superior de Guerra. Segundo esta doutrina, a segurança nacional está ligada ao completo domínio brasileiro das áreas tecnológicas avançadas. Dessa maneira, os projetos espaciais ganham destaque especial dentro dos Planos Nacionais de Desenvolvimento, emitidos pelo governo federal durante os anos 1970 – com especial destaque sendo dado aos projetos espaciais de origem militar. A crescente militarização do setor é sentida com a extinção da faceta normativa do componente civil do programa, que passou a ser conhecido como Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em 1971, e consequente repasse dessa função para a nova Comissão Brasileira de Atividades Espaciais (COBAE), criada no mesmo ano. A COBAE, que atuava junto à Presidência da República, era chefiada por um militar do Estado-Maior das Forças Armadas e tinha um corpo burocrático composto por representantes de 11 ministérios – todos tentando fazer valer sua própria visão do que deveria ser o Programa

Espacial. Vemos então que a política espacial brasileira, ao contrário do que aconteceu nos Estados Unidos, foi construída “de baixo para cima”, sem uma coordenação científica unificada à semelhança da NASA. Esse fato ampliou a descoordenação de esforços do setor no Brasil.

A militarização do Programa Espacial nos anos 1970 foi mal vista pelos Estados Unidos, que procuravam na época maneiras de conter o desenvolvimento de mísseis balísticos por países não-alinhados como o Brasil. A imposição de severos embargos comerciais a produtos que pudessem ser usados na pesquisa espacial levou a mais atrasos no cumprimento de prazos, que já vinham sofrendo impacto da aguda crise financeira pela qual passava o país no daquela década. O começo dos anos 1980 não foi muito alentador para o setor, mesmo com o início da Missão Espacial Completa Brasileira (MECB). Esta tinha por objetivo dotar o Brasil da capacidade completa de lançar seus próprios satélites usando seu próprio foguete lançador, a partir de um centro de lançamentos próprio. Todos os prazos da MECB foram perdidos pela falta de recursos financeiros. O fim do governo militar em 1985 foi determinante para a queda do status de importância do programa e seu consequente semiabandono.

Numa tentativa de diminuir a influência dos militares no setor, o governo federal criou em 1994 a Agência Espacial Brasileira (AEB), que deveria em tese coordenar todos os esforços do setor espacial nacional, controlando seu orçamento. Contudo, as instituições de pesquisa – civis e militares – continuaram organicamente separadas da AEB e respondendo diretamente aos seus superiores ministeriais, simplesmente evitando a agência.

Os entrevistados deste trabalho foram unânimes em reconhecer que a AEB vem falhando em grande medida em seu propósito de coordenar o setor espacial brasileiro, e que as pesquisas continuam separadas em cada instituto. Eles são enfáticos em afirmar que não existe empenho por parte do governo federal em efetivamente reorganizar o setor e moldá-lo à semelhança de modelos –considerados por eles –bem-sucedidos, como o americano e o europeu.

A gestão de ciência e tecnologia no Brasil, fator que perpassa a maneira de conduzir o setor espacial, passou pelas mesmas convulsões evolucionárias que o modelo de gerência do programa. Criado sob os auspícios do modelo nacional-desenvolvimentista defendido pelos militares, o Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) orientou-se pelo investimento em ciência básica para dotar o país de um conhecimento que pudesse alicerçar-se em diversas áreas. Esse pensamento foi transferido para o GOCNAE quando de sua criação em 1961, justamente

subordinado ao CNPq. Sendo assim, a primeira ação do GOCNAE foi investir na formação de um corpo acadêmico especializado em pesquisa espacial – tendo para tanto que enviar esses profissionais para estágios no exterior. Apesar de os governos militares elevarem a importância do setor espacial ao primeiro nível estratégico, observou-se que eles tinham uma visão bastante particular e restrito mesmo: seu conhecimento tecnológico serviria ao fim para satisfazer as garantias de segurança nacional. Isso significava que os militares, através da COBAE e dos Planos Nacionais de Desenvolvimento, estipulavam quais deveriam ser os projetos a serem executados, e que tipo de parcerias internacionais deveriam ser assinadas.

Apesar de ter um trabalho de pesquisa reconhecido mundialmente, incluindo ter sediado atividades acadêmicas internacionais importantes na área espacial, o INPE teve suas prerrogativas internacionais reduzidas durante os anos 1970, visto que os militares tinham ideias diferentes de cooperação internacional para os esforços espaciais. Essa visão militar do setor, que cercava-o de secretismo, colaborou para manter por décadas as atividades de engenharia aeroespacial no país restritas ao complexo militar do Departamento de Ciência e Tecnologia Espacial (DCTA) em São José de Campos. Dessa forma, o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) somente perdeu seu monopólio sobre o ensino de Engenharia Aeroespacial nos anos 2000, como consequência da assinatura do acordo Brasil-Ucrânia para o desenvolvimento de um lançador de satélites. O fim do governo militar também permitiu a assinatura do acordo Brasil-China para o desenvolvimento de satélites de sensoriamento remoto CBERS.

Contudo, mesmo com a expansão dos cursos superiores e a assinatura do acordo de cooperação com a Ucrânia, o governo federal não mudou sua posição quanto ao Programa Espacial: o orçamento continua baixo e a contratação de novos pesquisadores, urgida pelo INPE, IAE e AEB (que até hoje não teve um concurso próprio), não está acontecendo. O mesmo se pode dizer quanto ao parque industrial espacial brasileiro, que corre o risco de desfazer-se devido à inconstância do fluxo de contratos do governo – que é virtualmente o único cliente do setor.

Foi observado que a indústria espacial tem a peculiaridade de agir como motor de um grande número de outros setores industriais, dada a alta complexidade e qualidade dos produtos que desenvolve. Um componente espacial tem que passar por uma bateria de testes de resistência e performance bastante intensa para qualificá-lo. Isso faz da

tecnologia espacial uma referência para uso em outras áreas. Todavia, essa excelência demanda um nível de investimento e capacitação contínua também bastante elevado, o que faz da indústria espacial um elemento extremamente suscetível a crises. No Brasil, o governo – apesar do discurso oficial – vem falhando em prover a constância de contratos necessária para manter a capacitação de sua indústria espacial, mesmo que esta já tenha dado claros sinais de competência e maturidade nas três últimas décadas.

A indústria espacial brasileira pode ser entendida através da ótica dos *clusters*. São agrupamentos de empresas que compartilham tecnologias semelhantes e trabalham em conjunto nos mesmos projetos. Entre os institutos de pesquisa e essas empresas, existe o que chamamos de *spin-off* de tecnologia, ou seja, a transferência tecnológica espacial para uso comercial. Contudo, existe uma dificuldade no Brasil em atingir níveis altos de *spin-off* de tecnologia espacial para fora do setor – fato que pode ser explicado pela alta complexidade dos produtos espaciais e pela incapacidade do governo em gerir a tecnologia desenvolvida, de forma a torná-la acessível ao setores industriais alheios ao setor espacial.

Durante o regime militar a indústria espacial conseguiu atingir níveis mais altos de transferência tecnológica para o setor civil e de defesa devido ao alto grau de importância que as pesquisas espaciais desfrutavam dentro da doutrina de “Segurança e Desenvolvimento”. Tecnologias espaciais metalúrgicas, químicas, eletrônicas e diversas outras foram transferidas com sucesso para outros setores industriais gerando ganho econômico para o país. Porém, a queda de prioridade decorrente do novo período de governo civil pós-1985 reduziu os investimentos e dificultou a contratação de novos pesquisadores, o que consequentemente afetou de forma negativa a geração e transferência de tecnologia espacial para outros setores.

O desconhecimento pela população dos benefícios industriais do Programa Espacial Brasileiro é reflexo da incapacidade da AEB em realizar a divulgação adequada de suas atividades – o que nos Estados Unidos tem alta prioridade, na forma do programa de *outreach*⁹⁵ da

⁹⁵

Outreach é o termo que designa as ações de divulgação do trabalho da NASA em escolas, indústrias e outros setores da sociedade, e é tido como fundamental para o modelo de gestão da instituição. O amplo conhecimento das ações de um programa tão custoso e complexo como o espacial facilita a aceitação e manutenção dos investimentos realizados pelo governo e entidades privadas (FRAKNOI, 2007).

NASA – fato que impede o crescimento do suporte popular ao programa e consequente aumento de suporte político. Os entrevistados deste trabalho foram unânimes em reconhecer que o povo brasileiro não relaciona uma série de benefícios utilizados diariamente ao setor espacial: previsão meteorológica, controle de recursos naturais, comunicações, geoposicionamento, entre outros, complicando a aferição do impacto social do programa – que existe sem dúvida. Essa realidade, todavia, é diferente quando observada nas cidades brasileiras que receberam centros de pesquisa espacial e têm contato cotidiano com este setor.

No Brasil, podemos observar esses casos em cidades como São José dos Campos e Natal, e aferir como a instalação dos centros de pesquisa espacial impactou a realidade da sociedade local. São José dos Campos era uma pequena cidade interiorana sem qualquer tradição com alta tecnologia quando recebeu as instalações do DCTA no fim dos anos 1940. Após os primeiros anos de atividade na cidade, a instituição impulsionou a abertura de diversas escolas de ensino técnico e superior, que por sua vez estimularam a chegada de numerosas empresas e indústrias – formando um parque industrial tecnológico local. A cidade desfrutou de um tremendo impulso econômico com o desenvolvimento industrial e acadêmico centralizado nas pesquisas aeroespaciais do IAE e INPE, o que elevou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) local e proporcionou sensível aumento na qualidade de vida.

Natal, no Rio Grande do Norte, recebeu seu primeiro computador na década de 1970, montado pelo INPE para uso no Projeto SACI. Pouco tempo depois, foi estabelecido o Centro Regional do Nordeste, do INPE, que desenvolve pesquisas espaciais em proximidade com o Centro de Lançamento da Barreira do Inferno (CLBI), também localizado em Natal. A grande atividade que a Barreira do Inferno sediou nas décadas de 1970, 1980 e 1990 proporcionou numerosas oportunidades acadêmicas para estudantes locais desenvolverem projetos espaciais para lançamento em foguetes de sondagem e balões meteorológicos. Em menor escala, um polo empresarial e industrial de alta tecnologia também se instalou em Natal devido à presença do INPE na cidade.

O impacto social do Programa Espacial Brasileiro pode ser visto, em sua somatória, como relevante, porém de mérito pouco difundido. A indústria beneficiou-se dos *spin-offs* tecnológicos produzidos pelo setor, e o número dessas transferências poderia ser maior caso houvesse uma efetiva ação organizadora por parte da AEB; nosso parque industrial espacial vem se tornando crescentemente mais

maduro e competente no desenvolvimento de componentes para satélites. A academia brasileira foi impactada com o conhecimento de alto nível em engenharia aeroespacial construído no INPE e IAE durante os anos 1960 e 1970, época dos grandes programas de intercâmbio e estágio de pesquisadores brasileiros em instituições de excelência no exterior; esses resultados poderiam ser melhorados caso houvesse maior empenho governamental em manter e ampliar os quadros de pesquisadores efetivos, e disponibilizasse as verbas requeridas para a pesquisa espacial. Nossa sociedade desfruta – inadvertidamente – todos os dias dos benefícios gerados pela pesquisa espacial nacional, e um esforço maior de divulgação das atividades do setor poderia gerar o apoio popular necessário para que a classe política modificasse a prioridade do Programa Espacial. Onde os centros de pesquisa do Programa Espacial se instalaram, observou-se elevação sensível dos indicadores sociais, marcadamente em serviços, infraestrutura e economia.

O Brasil teria muito a ganhar com a elevação da prioridade do Programa Espacial para uma política de Estado, com completa reestruturação de sua estrutura orgânica e garantia de fundos para a pesquisa. Diversas nações emergentes hoje possuem pujantes programas espaciais – Índia, Coreia do Sul, China, entre outros – cujos resultados acabaram por superar em vulto os do Brasil. O que é preciso é vontade política para recuperar o tempo perdido e alçar voos mais altos.

BIBLIOGRAFIA

ABRANTES, Antônio. *Foguetes Sonda*. Disponível em: <<http://www.redetec.org.br/inventabrasil/Sondaf.htm>>. Acesso em 17 mai. 2014.

ACERVO. Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/>> Acesso em 2 jun. 2014.

ANDREWS, James; SIQQIDI, Asif. *Into the Cosmos: Space Exploration and Soviet Culture*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2011.

AMARAL, Roberto. *Porque o Programa Espacial Engatinha*. Passagens – Revista Internacional de História Política e Cultura Jurídica da UFF. Rio de Janeiro, v. 2, n. 5, p. 4-42, set./dez. 2010.

ASNER, Glen. Space History from the Bottom Up: Using Social History to Interpret the Societal Impact of Spaceflight. In: DICK, Steven; LAUNIUS, Roger (Org). *Societal Impact of Spaceflight*. Washington DC: NASA Office of External Relations History Division, 2007. P. 387-406.

BASTOS, Expedito. *Uma Realidade Brasileira: Foguetes e Mísseis no Exército Brasileiro 1949-2012*. In: *Da Cultura*. Rio de Janeiro: FUNCEB, ano XI, n. 20, ago. 2012.

BOURDIEU, Pierre. O Campo Econômico. *Política & Sociedade*, Florianópolis, v.4, n.6, p. 15-57, abril. 2005.

BOURDIEU, Pierre. *O Poder Simbólico*. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1989.

BRADY, Kevin. NASA Launches Houston into Orbit: The Economic and Social Impact of the Space Agency on Southeast Texas, 1961-1969. In: DICK, Steven; LAUNIUS, Roger (Org). *Societal Impact of Spaceflight*. Washington DC: NASA Office of External Relations History Division, 2007. P. 451-465.

BRASIL. Câmara dos Deputados. *A Política Espacial Brasileira*. Brasília: Câmara dos Deputados, 2010.

_____. Força Aérea Brasileira. *Centro de Lançamento da Barreira do Inferno*. Disponível em:
<<http://cceit.clbi.cta.br/cceit/operacao/show/44>>. Acesso em 4 jun. 2015(a).

_____. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. *Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE 2012-2021*. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2012. 36p.

_____. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em:
<http://www.inpe.br/50anos/linha_tempo/65.html>. Acesso em 7 jun. 2015(b).

_____. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em:
<http://www.inpe.br/50anos/linha_tempo/70.html>. Acesso em 7 jun. 2015(c).

_____. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Disponível em:
<http://www.inpe.br/50anos/linha_tempo/72.html>. Acesso em 7 jun. 2015(d).

_____. Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação. *Conselho Nacional de Pesquisas*. Disponível em:
<<http://centrodememoria.cnpq.br/primeira-reuniao.html>>. Acesso em 21 jun. 2015(e).

_____. Ministério da Defesa. *Estratégia Nacional de Defesa*. Brasília: Ministério da Defesa, 2008. 72p.

_____. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. Departamento de Pesquisas e Desenvolvimento. *Relatório da Investigação do Acidente Ocorrido com o VLS-1 V03, Em 22 de agosto de 2003, em Alcântara, no Maranhão*. São José dos Campos: Ministério da Defesa, 2004.

_____. Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. *Desafios do Programa Espacial Brasileiro*. Brasília: SAE, 2011. 276p.

BRITTO, Adenir. *Planos de Fundo*. Disponível em:
<http://www.sjc.sp.gov.br/servicos/planos_de_fundo_download.aspx?plano_id=1> Acesso em 2 fev. 2015.

CÂMARA, Gilberto. *Programa Espacial: C&T e Desenvolvimento Industrial*. Disponível em:
<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/present/cnct_politica_espacial.pdf>. Acesso em 23 jun. 2015.

CLARK, Stephen. *Ariane 5 Rocket upgrades could be accelerated*. Disponível em:
<<http://www.spaceflightnow.com/news/n1306/16ariane5/#.VcquC3FViko>>. Acesso em 30 jun. 2015.

DRUMOND, Cosme Degenar. *Indústria de Defesa do Brasil: História, Desenvolvimentos, Desafios*. São Paulo: ZLC Comunicação e Marketing, 2014.

ESCADA, Paulo Augusto Sobral. *Construção e Usos Sociais da Pesquisa Científica e Tecnológica: Um Estudo de Caso da Divisão de Processamento de Imagem do INPE*. São Paulo: USP, 2010. 231p. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

ESTADOS UNIDOS. National Air and Space Administration. *Rocket Man: Wernher von Braun*. Disponível em:
<http://www.nasa.gov/mission_pages/explorer/von-braun_prt.htm>. Acesso em 30 jun. 2015.

FALCÃO, Duda. *É um atalho. Mas, pra onde?* Disponível em:
<<http://brazilianspace.blogspot.com.br/2013/02/e-um-atalho-mas-para-onde.html>>. Acesso em 3 jun. 2014.

FEROLLA, Sérgio Xavier. *Programa Espacial: Tecnologias já repassadas ao parque industrial brasileiro como resultado do desenvolvimento de foguetes e do Veículo Lançador de Satélites (VLS)*. Disponível em: <<http://www.reservaer.com.br/est-militares/anexo1-ppelffaa.html>>. Acesso em 23 jun. 2015.

FORJAZ, Horacio; et al. Parques Tecnológicos e Incubadoras modelando novas cidades. In: *XXIII Seminário Nacional de Parques*

Tecnológicos e Incubadoras de Empresa. Recife: Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores, 2013.

FRAKNOI, Andrew. Space Science Education in the United States: The Good, the Bad, and the Ugly. In: DICK, Steven; LAUNIUS, Roger (Org). *Societal Impact of Spaceflight*. Washington DC: NASA Office of External Relations History Division, 2007. P. 407-419.

GOUVEIA, Adalton. *Esboço Histórico da Pesquisa Espacial no Brasil*. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003. 119p.

GRANOVETTER, Mark. *Economic action and social structure: the problem of embeddedness*. American Journal of Sociology, 91(3): 481-510, 1985.

GROSSMANN, Luís Osvaldo. *INPE: Satélite da Telebras não ajuda a indústria nacional*. Disponível em: <<http://convergenciadigital.uol.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=38442&sid=7>>. Acesso em 3 jul 2015.

KEVER, Jeannie. *Rice's first black student returns, this time to teach*. Disponível em: <<http://www.chron.com/news/houston-texas/article/Rice-s-first-black-student-returns-this-time-to-1727723.php>>. Acesso em 2 fev 2015.

LEITE, João Brasil. *Avibras Indústria Aeroespacial S/A*. Disponível em <<http://mtc-m16.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marciana/2005/01.06.13.52.40/doc/cap19.pdf>>. Acesso em 2 jul 2015.

LOPES, José Leite. Seminário de Energia Atômica. In: *Ciência e Cultura*. Rio de Janeiro: SBPC, v. 10, n. 4, 1958. P. 237.

MCCURDY, Howard. Has Spaceflight Had an Impact on Society? An Interpretative Framework. In: DICK, Steven; LAUNIUS, Roger (Org). *Societal Impact of Spaceflight*. Washington DC: NASA Office of External Relations History Division, 2007. P. 3-18.

MONTENEGRO, Darly. *O Sistema de Gestão da Missão Espacial Completa Brasileira-MECB: Uma Avaliação de sua Contribuição ao*

Desenvolvimento do Programa. Rio de Janeiro: FGV, 1997. 169p.
Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Programa de Pós-Graduação em Administração Pública, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 1997.

OLIVEIRA, Mônica Elizabeth. *A Política de Compras do Programa Espacial Brasileiro como Instrumento de Capacitação Industrial*. São José dos Campos: INPE, 2014. 350p. Tese (Doutorado em Engenharia e Tecnologias Espaciais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologias Espaciais/Gerenciamento de Sistemas Espaciais, Instituto Nacional de Atividades Espaciais, São José dos Campos, 2014.

PEREIRA, Guilherme Reis. *Política Espacial Brasileira e a Trajetória do INPE (1961-2007)*. Campinas: Unicamp, 2008. 222p. Tese (Doutorado em Política Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Política Científica e Tecnológica, Universidade Estadual de Campinas, 2008.

POLANYI, Karl. *A Grande Transformação*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

POLLOCK, Ethan. *Stalin and the Soviet Science Wars*. Princeton: Princeton University Press, 2006.

STEINER, Philippe. *A Sociologia Econômica*. São Paulo: Atlas, 2006.

VELOSO, Elizabeth (Coord.). *A política espacial brasileira*. Relator Rodrigo Rollemberg. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2009. 2 v. (Série cadernos de altos estudos, 7).

VORONOV, Viktor. *Yuri Gagarin: visita ao Brasil*. Disponível em: <<http://portuguese.ruvr.ru/2011/03/31/48246527/>>. Acesso em 15 mai 2014.

WINNER, Langdon. *Artefatos Têm Política?* Disponível em: <<http://www.necso.ufrj.br/Trads/Artefatos%20tem%20Politica.htm>> Acesso em 15 out 2015.

YAMAGUTI, Wilson; et al. Sistema Brasileiro de Coleta de Dados Ambientais: Status e planos futuros. In: *Anais XIV Simpósio Brasileiro*

de Sensoriamento Remoto. Natal: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009. p. 1633-1640.